



TUGAS AKHIR – SS141501

**PENGARUH INDIKATOR MAKRO EKONOMI DAN
BENCANA ALAM TERHADAP PERTUMBUHAN
EKONOMI DI PULAU SUMATERA
MENGUNAKAN PENDEKATAN REGRESI
SPASIAL DATA PANEL**

**MAWANDA ALMUHAYAR
NRP 1315 105 010**

**Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Setiawan, MS**

**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



TUGAS AKHIR – SS141501

**PENGARUH INDIKATOR MAKRO EKONOMI DAN
BENCANA ALAM TERHADAP PERTUMBUHAN
EKONOMI DI PULAU SUMATERA
MENGUNAKAN PENDEKATAN REGRESI
SPASIAL DATA PANEL**

**MAWANDA ALMUHAYAR
NRP 1315 105 010**

**Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Setiawan, MS**

**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



FINAL PROJECT – SS141501

**THE EFFECT OF MACRO ECONOMIC
INDICATORS AND NATURAL DISASTERS TO
ECONOMIC GROWTH IN SUMATERA ISLAND
USING SPATIAL PANEL DATA REGRESSION**

**MAWANDA ALMUHAYAR
NRP 1315 105 010**

**Supervisor
Dr. Ir. Setiawan, MS**

**UNDERGRADUATE PROGRAM
DEPARTMENT OF STATISTICS
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH INDIKATOR MAKRO EKONOMI DAN BENCANA ALAM TERHADAP PERTUMBUHAN EKONOMI DI PULAU SUMATERA MENGGUNAKAN PENDEKATAN REGRESI SPASIAL DATA PANEL

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada

Program Studi Sarjana Departemen Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

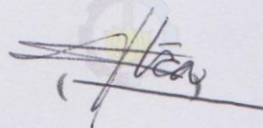
MAWANDA ALMUHAYAR

NRP. 1315 105 010

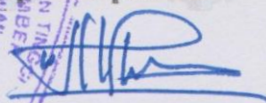
Disetujui oleh Pembimbing:

Dr. Ir. Setiawan MS

NIP. 19601030 198701 1 001



Mengetahui,
Kepala Departemen



Dr. Suhartono

NIP. 19710929 199512 1 001



SURABAYA, JULI 2017

PENGARUH INDIKATOR MAKRO EKONOMI DAN BENCANA ALAM TERHADAP PERTUMBUHAN EKONOMI DI PULAU SUMATERA MENGGUNAKAN PENDEKATAN REGRESI SPASIAL DATA PANEL

Nama Mahasiswa : Mawanda Almuhayar
NRP : 1315 105 010
Departemen : Statistika
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Setiawan, MS

Abstrak

Indonesia merupakan salah satu negara yang rawan bencana di dunia. Hasil riset pengurangan resiko bencana oleh Perserikatan Bangsa Bangsa (PBB) menyebutkan Indonesia berada pada urutan pertama sebagai negara rawan tsunami dan tanah longsor di dunia, peringkat ketiga dalam bencana gempa bumi, serta urutan keenam untuk banjir. Negara-negara berkembang termasuk Indonesia kehilangan 5% dari Produk Nasional Bruto setiap tahunnya akibat bencana alam karena kejadian bencana alam dapat menghambat pertumbuhan ekonomi yang bisa berakibat pada kerugian finansial. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan pemodelan pertumbuhan ekonomi menggunakan regresi spasial data panel untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh, pengaruh bencana alam, beserta pengaruh spasial atau wilayah dengan sampel yang digunakan yaitu provinsi di Pulau Sumatera dan rentang tahun 2010-2015. Hasil yang diperoleh yaitu pertumbuhan ekonomi di Pulau Sumatera yang digambarkan dari PDRB setiap provinsi di Pulau Sumatera naik setiap tahunnya. Pertumbuhan ekonomi di Pulau Sumatera dipengaruhi secara positif oleh penanaman modal asing, penanaman modal dalam negeri, dan secara negatif oleh kejadian bencana, sedangkan nilai ekspor tidak berpengaruh signifikan. Selain itu, pertumbuhan ekonomi di suatu wilayah juga dipengaruhi oleh wilayah lain yang berdekatan dengan nilai koefisien korelasi spasial sebesar 0,5752.

**Kata kunci: Korelasi spasial, data panel, bencana alam,
pertumbuhan ekonomi**

(Halaman ini sengaja di kosongkan)

THE EFFECT OF MACRO ECONOMIC INDICATORS AND NATURAL DISASTERS TO ECONOMIC GROWTH IN SUMATERA ISLAND USING SPATIAL PANEL DATA REGRESSION

Student Name : Mawanda Almuhayar
NRP : 1315 105 010
Department : Statistics
Supervisor : Dr. Ir. Setiawan, MS

Abstract

Indonesia is one of the most vulnerable country to natural disaster in the world. The research about disaster risk reduction by the United Nations (UN) also states that Indonesia is ranked the first place as vulnerable country in the world to tsunami and landslide, ranked third place in the earthquake disaster, and ranked sixth place in the flood disaster. The developing country, including Indonesia lost 5% of Gross National Product annually due to natural disaster, because the natural disaster events can slow down the economic growth that impact to financial losses. Therefore, in this research purpose to obtain the model of economic growth using spatial panel data regression to find out the influencing factors, the effect of natural disaster, and spatial dependence effect that affect the economic growth with the sample used is province in Sumatera Island and year range 2010-2015. The results obtained are economic growth in Sumatera Island that depicted from the GDP of each province are increase from year to year. Economic growth in Sumatera Island is positively influenced by foreign investment, domestic investment, and negatively influenced by the events of natural disaster, while export value has no significant effect to the economic growth. Furthermore, the economic growth in a region also influenced by the other neighborhood region with spatial correlation coefficient amount 0,5752.

Keywords: *Spatial correlation, panel data, natural disaster, economic growth*

(Halaman ini sengaja di kosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT karena atas rahmat dan hidayahnya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dalam rangka menyelesaikan studi S1 di Departemen Statistika ITS.

Dan tak lupa pula penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan, dukungan, dan motivasi dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin berterima kasih kepada semua pihak yang terlibat dengan penyelesaian laporan ini diantaranya yaitu :

1. Bapak Dr. Suhartono selaku Ketua Departemen Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
2. Bapak Dr. Sutikno, S.Si, M.Si selaku Ketua Program Studi S1 Departemen Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
3. Bapak Dr. Ir. Setiawan, MS selaku dosen pembimbing tugas akhir, atas waktu dan tenaga yang telah diberikan dalam membimbing dan memberi masukan yang berharga bagi penulis dalam membantu kelancaran penyusunan laporan.
4. Kedua orang tua penulis yang selalu memberikan motivasi dan dukungan serta tak henti-hentinya memberikan doanya kepada penulis.
5. Teman-teman Lintas Jalur Statistika ITS angkatan 2015 yang telah membantu serta dan berdiskusi dalam proses penulisan Laporan Tugas Akhir.
6. Semua pihak yang turut membantu dalam penulisan Laporan Tugas Akhir yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam Laporan Tugas Akhir ini, maka segala kritik dan saran demi perbaikan Laporan Tugas Akhir ini sangat dibutuhkan penulis.

Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca pada umumnya dan bagi penulis pada khususnya.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xxii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Manfaat Penelitian	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Statistika Deskriptif	7
2.2 Analisis Data Eksploratif	8
2.2.1 Korelasi <i>Pearson</i> dan <i>Scatterplot</i>	8
2.2.2 Pendeteksian Multikolinearitas	9
2.2.3 Autokorelasi Spasial <i>Moran's I</i> dan <i>Moran's Scatterplot</i>	10
2.3 Model Regresi Data Panel	13
2.4 Model Regresi Spasial	16
2.5 Model Regresi Spasial Data Panel.....	20
2.5.1 Model Spasial <i>Autoregressive</i> Data Panel.....	22
2.5.2 Model Spasial <i>Error</i> Data Panel.....	23

	Halaman
2.6 Uji Dependensi Spasial	25
2.7 Estimasi Parameter Model Regresi Spasial Data Panel.....	26
2.7.1 <i>Fixed Effect</i> Model.....	26
2.7.2 <i>Random Effect</i> Model	29
2.8 Kriteria Keabakan Model	31
2.9 Uji Kesesuaian Model.....	31
2.10 Uji Asumsi Residual	32
2.10.1 Uji Heteroskedastisitas.....	33
2.10.2 Uji Autokorelasi.....	34
2.10.3 Uji Normalitas.....	35
2.11 Faktor-Faktor yang Diduga Mempengaruhi Pertumbuhan Ekonomi.....	35
2.11.1 Investasi	36
2.11.2 Angkatan Kerja	37
2.11.3 Ekspor	37
2.11.4 Bencana Alam.....	38
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Sumber Data	41
3.2 Variabel Penelitian.....	41
3.3 Struktur Data.....	42
3.4 Spesifikasi Model	43
3.5 Pemilihan Bobot Spasial	44
3.6 Langkah Analisis	45
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1 Karakteristik Data Pertumbuhan Ekonomi dan Faktor-Faktor yang Diduga Mempengaruhinya.....	49
4.1.1 Analisis Statistika Deskriptif	49
4.1.2 Analisis Data Eksploratif	71

	Halaman
4.2 Analisis Regresi Spasial Data Panel	78
4.2.1 Uji Dependensi Spasial	78
4.2.2 Estimasi Model Regresi Spasial Data Panel	79
4.2.3 Estimasi Model dengan Menghilangkan Variabel yang Tidak Sesuai dengan Teori Ekonomi.....	86
4.2.4 Pengujian Kesesuaian Model	94
4.2.5 Pemilihan Model Terbaik.....	95
4.2.6 Pengujian Asumsi Residual.....	97
4.2.7 Interpretasi Model	100
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	105
5.2 Saran	106
DAFTAR PUSTAKA	107
LAMPIRAN	111
BIODATA PENULIS	149

(Halaman ini sengaja di kosongkan)

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 <i>Moran's Scatterplot</i>	12
Gambar 3.1 Peta Persebaran Provinsi di Pulau Sumatera Berdasarkan Bobot <i>Customize</i> yaitu Bandara Internasional dan Pelabuhan Utama Internasional.....	45
Gambar 3.2 Diagram Alir Analisis Statistika Deskriptif Dan Analisis Data Eksploratif	47
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian Secara Keseluruhan.....	48
Gambar 4.1 PDRB Atas Dasar Harga Konstan Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015	50
Gambar 4.2 Peta Persebaran Rata-Rata PDRB Atas Dasar Harga Konstan Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015	51
Gambar 4.3 Penanaman Modal Asing Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015	52
Gambar 4.4 Peta Persebaran Rata-Rata Penanaman Modal Asing Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015	53
Gambar 4.5 Penanaman Modal Dalam Negeri Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015	55
Gambar 4.6 Peta Persebaran Rata-Rata Penanaman Modal Dalam Negeri Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015	56
Gambar 4.7 Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010- 2015	57

	Halaman
Gambar 4.8 Peta Persebaran Rata-Rata Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015	58
Gambar 4.9 Nilai Ekspor Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015	60
Gambar 4.10 Peta Persebaran Rata-Rata Nilai Ekspor Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015.....	61
Gambar 4.11 Jumlah Korban Jiwa Akibat Bencana Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015.....	62
Gambar 4.12 Peta Persebaran Jumlah Korban Jiwa Akibat Bencana Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015	63
Gambar 4.13 Jumlah Kerusakan Rumah Akibat Bencana Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015	65
Gambar 4.14 Peta Persebaran Jumlah Kerusakan Rumah Akibat Bencana Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015	66
Gambar 4.15 Jumlah Kerusakan Fasilitas Umum Akibat Bencana Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015	68
Gambar 4.16 Peta Persebaran Jumlah Kerusakan Fasilitas Umum Akibat Bencana Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015	69

	Halaman
Gambar 4.17 Perbandingan Jumlah Kejadian Bencana dengan Skala Skala Daerah atau Nasional ($D=1$) dengan Jumlah Kejadian Bencana dengan Skala Lokal atau Tidak Terjadi Bencana Sama Sekali ($D=0$).....	70
Gambar 4.18 <i>Scatterplot</i> antara Variabel Dependen dengan Masing-Masing Variabel Independen	73
Gambar 4.19 <i>Moran's Scatterplot</i> dengan Pembobot <i>Queen Contiguity</i> Tahun 2010-2015	76
Gambar 4.20 <i>Moran's Scatterplot</i> dengan Pembobot <i>Customize</i> Tahun 2010-2015.....	77
Gambar 4.21 Plot antara Residual dari Model dengan Nilai Dugaan.....	98
Gambar 4.22 Boxplot Residual Unit Pengamatan <i>Cross Section</i> dari Data	99
Gambar 4.23 <i>Normal Probability Plot</i> dari Residual.....	100

(Halaman ini sengaja di kosongkan)

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Variabel Penelitian.....	41
Tabel 3.2 Variabel <i>Dummy</i> Penelitian	42
Tabel 3.3 Struktur Data Penelitian.....	42
Tabel 4.1 Statistika Deskriptif PDRB Atas Dasar Harga Konstan Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015.....	49
Tabel 4.2 Statistika Deskriptif Penanaman Modal Asing Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015.....	52
Tabel 4.3 Statistika Deskriptif Penanaman Modal Dalam Negeri Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015.....	54
Tabel 4.4 Statistika Deskriptif Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015.....	57
Tabel 4.5 Statistika Deskriptif Nilai Ekspor Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015	59
Tabel 4.6 Statistika Deskriptif Jumlah Korban Jiwa Akibat Bencana Alam Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015.....	62
Tabel 4.7 Statistika Deskriptif Jumlah Kerusakan Rumah Akibat Bencana Alam Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015	64
Tabel 4.8 Statistika Deskriptif Jumlah Kerusakan Fasilitas Umum Akibat Bencana Alam Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010- 2015.....	67

	Halaman
Tabel 4.9 Nilai Korelasi <i>Pearson</i> dan Nilai Signifikansi (P-Value) Korelasi <i>Pearson</i> Antar Variabel.....	71
Tabel 4.10 Nilai VIF Masing-Masing Variabel Independen	72
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Indeks <i>Moran's I</i> dengan Pembobot <i>Queen Contiguity</i>	74
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Indeks <i>Moran's I</i> dengan Pembobot <i>Customize</i>	75
Tabel 4.13 Hasil Pengujian Dependensi Spasial Menggunakan Uji <i>Lagrange Multiplier</i> (LM) dengan Pembobot <i>Queen Contiguity</i> dan <i>Customize</i>	78
Tabel 4.14 Hasil Estimasi Parameter Model Spasial <i>Autoregressive</i> (SAR) dengan Menggunakan Semua Variabel dan Pembobot <i>Queen Contiguity</i>	80
Tabel 4.15 Hasil Estimasi Parameter Model Spasial <i>Error</i> (SEM) dengan Menggunakan Semua Variabel dan Pembobot <i>Queen Contiguity</i>	81
Tabel 4.16 Hasil Estimasi Parameter Model Spasial <i>Autoregressive</i> (SAR) dengan Menggunakan Semua Variabel dan Pembobot <i>Customize</i>	83
Tabel 4.17 Hasil Estimasi Parameter Model Spasial <i>Error</i> (SEM) dengan Menggunakan Semua Variabel dan Pembobot <i>Customize</i>	84
Tabel 4.18 Hasil Estimasi Parameter Model Spasial <i>Autoregressive</i> (SAR) dengan Menghilangkan Variabel TPAK (X_3) dan Menggunakan Pembobot <i>Queen Contiguity</i>	87

Tabel 4.19	Hasil Estimasi Parameter Model Spasial <i>Error</i> (SEM) dengan Menghilangkan Variabel dan TPAK (X_3) dan Menggunakan Pembobot <i>Queen Contiguity</i>	88
Tabel 4.20	Hasil Estimasi Parameter Model Spasial <i>Autoregressive</i> (SAR) dengan Menghilangkan Variabel TPAK (X_3) dan Menggunakan Pembobot <i>Queen Contiguity</i>	91
Tabel 4.21	Hasil Estimasi Parameter Model Spasial <i>Error</i> (SEM) dengan Menghilangkan Variabel dan TPAK (X_3) dan Menggunakan Pembobot <i>Customize</i>	92
Tabel 4.22	Hasil Uji Spasial Hausman Model SAR dan SEM dengan Pembobot <i>Queen Contiguity</i> dan <i>Customize</i>	95
Tabel 4.23	Perbandingan Model Terbaik antara Model Spasial <i>Autoregressive</i> (SAR) dan Spasial <i>Error</i> (SEM) dengan Pembobot <i>Queen Contiguity</i> dan <i>Customize</i>	96
Tabel 4.24	Model Terbaik yang Diperoleh Yaitu Model SAR dengan Pembobot <i>Queen Contiuity</i>	101
Tabel 4.25	Nilai Spasial <i>Fixed Effect</i> dari Model SAR	101

(Halaman ini sengaja di kosongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Penelitian	111
Lampiran 2. Matriks Pembobot Spasial.....	115
Lampiran 3. <i>Syntax Moran's I dan Moran's Scatterplot</i>	117
Lampiran 4. <i>Output Moran's I dan Moran's Scatterplot</i>	119
Lampiran 5. <i>Syntax Uji Lagrange Multiplier (LM)</i>	123
Lampiran 6. <i>Output Uji Lagrange Multiplier (LM)</i>	124
Lampiran 7. <i>Syntax Analisis Regresi Spasial Data Panel</i>	125
Lampiran 8. <i>Output Analisis Regresi Spasial Data Panel</i>	127
Lampiran 9. <i>Syntax Uji Spasial Hausman</i>	139
Lampiran 10. <i>Output Uji Spasial Hausman</i>	140
Lampiran 11. <i>Syntax Uji Asumsi Residual</i>	141
Lampiran 12. <i>Output Uji Asumsi Residual</i>	143
Lampiran 13. Surat Keterangan Pengambilan Data.....	147

(Halaman ini sengaja di kosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terletak secara geografis diantara dua benua yaitu Benua Asia dan Benua Australia, serta diantara dua samudera, yaitu Samudera Hindia dan Samudera Pasifik. Secara geologis, Indonesia juga berada di kawasan dimana banyak memiliki gunung berapi yang aktif atau dikenal dengan sebutan cincin api atau ring of fire. Kawasan ini merupakan titik pertemuan lempeng-lempeng tektonik utama dunia yakni Samudera India-Australia di sebelah selatan, Samudera Pasifik di sebelah Timur dan Eurasia, dimana sebagian besar wilayah Indonesia berada di dalamnya. Pergerakan lempeng-lempeng tektonik tersebut menimbulkan jalur gempa, rangkaian gunung merapi aktif, dan patahan yang mengakibatkan bencana alam seperti gempa bumi, tsunami, dan letusan gunung merapi dapat terjadi kapanpun.

Selain itu, hasil riset pengurangan resiko bencana oleh Perserikatan Bangsa Bangsa (PBB) juga menyebutkan Indonesia berada pada urutan pertama sebagai negara rawan tsunami dan tanah longsor di dunia. Laporan yang sama juga menempatkan Indonesia pada peringkat ketiga dalam bencana gempa bumi, dan urutan keenam untuk banjir. Kondisi ini membuat Indonesia menjadi salah daerah rawan bencana di dunia. Hal ini terbukti dengan telah terjadinya 1.714 kali bencana alam di seluruh wilayah Indonesia selama periode tahun 2006-2015.

Pulau Sumatera adalah daerah di Indonesia yang cukup rawan dilanda bencana alam. Sebanyak 28,47% dari seluruh kejadian bencana alam di Indonesia pada periode tahun 2006-2015 terjadi di Pulau Sumatera. Beberapa di antaranya merupakan bencana berskala nasional, antara lain yaitu gempa bumi Bengkulu yang berkekuatan 7,9 SR (Skala Richter) pada tahun 2007, gempa bumi Pariaman yang berkekuatan 7,6 SR pada tahun 2009, banjir bandang di sejumlah daerah di Sumatera Utara pada tahun 2010,

dan masih banyak lagi. Peristiwa bencana alam ini telah merenggut banyak korban jiwa dan mengakibatkan kerusakan bangunan dan infrastruktur. Namun tidak hanya itu, gempa bumi juga memberikan dampak kerugian terhadap perekonomian karena dapat mengganggu pembangunan nasional.

Secara umum, kerugian yang ditimbulkan bencana alam dapat dilihat dari 3 aspek, yaitu aspek secara langsung, aspek secara tidak langsung, dan aspek makroekonomi. Kerugian makroekonomi dapat dilihat dari variabel-variabel ekonomi seperti Produk Domestik Regional Bruto (PDRB). Kejadian bencana alam dapat menghambat pertumbuhan ekonomi yang bisa berakibat pada kerugian finansial. Koffi Annan dalam Ingleton (1999) menyatakan bahwa negara-negara berkembang termasuk Indonesia kehilangan 5% dari Produk Nasional Bruto setiap tahunnya akibat bencana alam. Hal ini bisa terjadi dikarenakan infrastruktur ekonomi menjadi rusak atau terganggu pada saat bencana alam terjadi yang mengakibatkan pasokan barang ke sejumlah daerah terganggu dan bisa berdampak pada naiknya harga barang di daerah-daerah yang dilanda bencana.

Karena itu, akumulasi tahunan dampak bencana alam terhadap ekonomi sangat penting diperhatikan. Dampak bencana alam jangka pendek memang dapat teratasi karena adanya bantuan dari pemerintah maupun pihak lainnya. Namun dalam jangka panjang goncangan yang terjadi akibat bencana dapat mempengaruhi perekonomian (Artiani, 2011). Dengan demikian, perlu ditemukan model yang dapat menjawab sejauh mana perekonomian terganggu akibat bencana, sehingga kebijakan-kebijakan yang diperlukan bisa dirumuskan dan bukan lagi sekedar merujuk kepada upaya penanggulangan sesaat, melainkan lebih mendasar dan strategis. Dengan kata lain, dampak ekonomi bencana alam bisa diminimalisasi dan kelumpuhan fungsi-fungsi ekonomi di masyarakat tidak sampai berlarut-larut.

Untuk mencapai hal tersebut, maka dilakukan analisis dengan cara memodelkan pertumbuhan ekonomi daerah beserta faktor-faktor penyebabnya dengan pengaruh bencana alam yang

terjadi agar diketahui apakah dampak bencana alam yang terjadi berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi daerah tersebut atau tidak. Beberapa penelitian tentang pertumbuhan ekonomi sebelumnya telah dilakukan, diantaranya yaitu dilakukan oleh Purwanggono (2015) dengan hasil yang diperoleh bahwa ekspor neto, tenaga kerja, dan investasi berpengaruh positif terhadap pertumbuhan ekonomi, sedangkan tabungan tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Kemudian, penelitian yang sejenis juga telah dilakukan oleh Martikasari (2011) dengan hasil yang diperoleh bahwa penanaman modal asing, penanaman modal dalam negeri, dan inflasi tidak mempengaruhi PDRB provinsi-provinsi di Pulau Jawa, namun dipengaruhi secara signifikan oleh angkatan kerja dan ekspor neto.

Kemudian, penelitian tentang pertumbuhan ekonomi yang berkaitan dengan dampak bencana alam juga telah dilakukan oleh Kusumaningrum (2014) dengan hasil yang diperoleh bahwa populasi penduduk memiliki dampak positif terhadap PDRB pada saat terjadi bencana alam dan jumlah kejadian bencana di suatu wilayah berpengaruh terhadap negatif terhadap PDRB wilayah lain yang berdekatan. Penelitian-penelitian tersebut ditujukan pada sebagian daerah di Indonesia saja atau wilayah Indonesia secara keseluruhan, sedangkan untuk wilayah Indonesia tertentu lainnya masih belum dilakukan, contohnya pada provinsi-provinsi di Pulau Sumatera. Oleh karena itu, pada penelitian ini ditujukan untuk provinsi-provinsi yang ada di Pulau Sumatera.

Berdasarkan penelitian sebelumnya dapat diketahui bahwa pertumbuhan ekonomi di Indonesia dipengaruhi oleh beberapa faktor, untuk memodelkan faktor tersebut bisa digunakan analisis regresi. Selain itu, pertumbuhan ekonomi dari suatu daerah tidak hanya dilihat pada tahun tertentu saja, namun dilihat dalam rentang periode waktu yang panjang agar hasil yang didapatkan lebih baik. Pertumbuhan ekonomi tersebut juga mengandung efek spasial karena dampak pertumbuhan ekonomi suatu wilayah bisa berpengaruh terhadap daerah lainnya, begitu juga bencana alam yang terjadi pada suatu daerah juga bisa berpengaruh terhadap

daerah lainnya. Dari hal tersebut dapat disimpulkan bahwa metode yang tepat untuk penelitian ini adalah regresi spasial data panel. Penelitian dengan menggunakan metode ini telah dilakukan sebelumnya oleh Purba (2016), dengan hasil yang diperoleh bahwa pendapatan asli daerah, belanja modal, dan rumah tangga pengguna listrik berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara. Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada pemerintah dalam membuat kebijakan tentang perekonomian setiap daerah terjadinya suatu bencana.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik pertumbuhan ekonomi provinsi-provinsi di Pulau Sumatera, bencana alam yang pernah terjadi, serta dampak yang diakibatkan oleh bencana alam tersebut?
2. Bagaimana model pertumbuhan ekonomi dengan faktor-faktor yang mempengaruhinya beserta dengan pengaruh faktor bencana alam yang terjadi di Pulau Sumatera?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mendeskripsikan karakteristik pertumbuhan ekonomi provinsi-provinsi di Pulau Sumatera, bencana alam yang pernah terjadi, serta dampak yang diakibatkan oleh bencana alam tersebut.
2. Menyusun dan menganalisis model pertumbuhan ekonomi dengan faktor-faktor yang mempengaruhinya beserta dengan pengaruh faktor bencana alam yang terjadi di Pulau Sumatera.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengembangkan wawasan keilmuan statistika dari penerapan metode regresi spasial data panel mengenai model pertumbuhan ekonomi
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan dan bahan pertimbangan bagi pemerintah, masyarakat dan pihak-pihak lainnya dalam membuat kebijakan pembangunan daerah yang menyangkut dengan pengaruh spasial terhadap pertumbuhan ekonomi daerah.

1.5 Manfaat Penelitian

Batasan dalam penelitian adalah dengan menggunakan data dari tahun 2010-2015 dengan unit penelitian adalah Provinsi di Pulau Sumatera. Pembobot yang digunakan untuk masing-masing wilayah adalah bobot *Queen Contiguity* dan *Customize* dengan mempertimbangkan daerah-daerah yang memiliki karakteristik yang sama.

(Halaman ini sengaja di kosongkan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dibahas mengenai konsep dan teori dari metode yang digunakan dalam melakukan analisis untuk menjawab rumusan masalah penelitian. Metode yang digunakan diantaranya adalah statistika deskriptif, analisis data eksploratif, dan analisis regresi spasial data panel. Pembahasan mengenai konsep dan teori yang digunakan dalam analisis disajikan sebagai berikut.

2.1 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif merupakan bagian statistika yang membahas tentang metode-metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian data sehingga memberikan informasi yang menarik. Data dapat disajikan atau dideskripsikan menjadi dua bentuk, yaitu dideskripsikan menjadi grafik atau tabel dan dideskripsikan secara numerik. Penyajian data dalam bentuk grafik atau tabel memberikan informasi dengan tampilan yang menarik, seperti diagram batang (*bar chart*), diagram lingkaran (*pie chart*), histogram, *scatterplot* dan lainnya. Penyajian data dalam bentuk deskripsi secara numerik memberikan informasi berupa ukuran pemusatan, penyebaran data, serta kecenderungan suatu gugus data seperti nilai rata-rata (mean), standar deviasi, nilai maksimum, nilai minimum, serta modus.

Pada penelitian ini, penyajian data dalam bentuk grafik dilakukan menggunakan *line plot*, diagram batang, dan peta tematik, sedangkan penyajian data secara numerik dilakukan menggunakan nilai rata-rata (mean), nilai minimum, dan nilai maksimum. Nilai rata-rata atau selanjutnya disebut mean didefinisikan sebagai jumlah data dibagi dengan banyaknya data. Nilai minimum adalah nilai terendah dari sekelompok data yang diamati dan nilai maksimum adalah nilai tertinggi dari sekelompok data yang diamati (Walpole, 1995).

2.2 Analisis Data Eksploratif

Analisis data eksploratif atau *exploratory data analysis* (EDA) adalah metode eksplorasi data dengan menggunakan teknik aritmatika sederhana dan teknik grafis dalam meringkas dan menyajikan data pengamatan. Di samping memberikan teknik penyajian data melalui bentuk visual, analisis data eksploratif juga memberikan teknik lain dalam menganalisa data seperti pengujian hipotesis beberapa parameter populasi dan analisa lainnya yang banyak digunakan untuk menganalisa data pasangan variabel independen dan dependen. (Velleman & Hoaglin, 2004).

Analisis data eksploratif sangat menunjang dalam menelaah, menemukan sifat-sifat data, dan mempelajari karakteristik dari data yang nantinya dapat berguna dalam menyeleksi model statistik yang tepat. Dengan demikian pada analisis data eksploratif, karakteristik dari data pengamatan akan sangat menentukan model analisis statistik yang sesuai. Apabila data dianalisis tanpa pemeriksaan data terlebih dahulu mungkin akan mengakibatkan pemilihan model analisis tidak tepat. Pemilihan model yang langsung dilakukan secara tergesa-gesa dan mungkin berdasarkan pada asumsi yang salah akan mengakibatkan penarikan kesimpulan yang salah. Untuk alasan tersebut, analisis pendahuluan harus dimulai dengan analisis data eksploratif. Pada penelitian ini, analisis data eksploratif yang digunakan antara lain yaitu korelasi *pearson*, *scatterplot*, dan pendeteksian multikolinearitas dengan VIF untuk mengidentifikasi hubungan antar variabel pada data, serta autokorelasi spasial *moran's I* dan *moran's scatterplot* untuk mengidentifikasi dan menemukan pola spasial pada data.

2.2.1 Korelasi *Pearson* dan *Scatterplot*

Korelasi *Pearson* digunakan untuk melihat apakah terdapat hubungan yang positif atau negatif antar variabel dependen dengan masing-masing variabel independen. Selain itu, korelasi *pearson* juga digunakan untuk melihat apakah terdapat korelasi yang tinggi antara variabel-variabel independen dalam model. Jika terdapat korelasi yang tinggi, maka terindikasi terjadinya multikolinearitas

antar variabel independen. Adapun rumus korelasi *pearson* diberikan pada persamaan 2.1 (Paradis, 2017).

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (\mathbf{X}_{it} - \bar{\mathbf{X}})(\mathbf{Y}_{it} - \bar{\mathbf{Y}})}{\left[\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (\mathbf{X}_{it} - \bar{\mathbf{X}})^2 \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (\mathbf{Y}_{it} - \bar{\mathbf{Y}})^2 \right]^{1/2}} \quad (2.1)$$

dengan :

ρ : nilai korelasi *pearson* antara variabel X dengan Y

\mathbf{X}_i : pengamatan pada variabel independen

\mathbf{Y}_i : pengamatan pada variabel dependen

$\bar{\mathbf{X}}$: rata-rata pengamatan pada variabel independen

$\bar{\mathbf{Y}}$: rata-rata pengamatan pada variabel dependen

Hubungan antar variabel dependen dengan masing-masing variabel independen juga bisa dilihat secara visual dengan menggunakan *scatterplot*. *Scatterplot* adalah sebuah grafik yang biasa digunakan untuk melihat suatu pola hubungan antara 2 variabel dengan cara memplotkan satu variabel pada sumbu horizontal dan variabel yang lainnya pada sumbu vertikal. Jika *scatterplot* membentuk pola yang menyerupai garis lurus maka hal tersebut mengindikasikan bahwa terdapat hubungan yang erat antara variabel satu dengan variabel lainnya. Hubungan yang membentuk garis lurus ini biasa disebut dengan hubungan linear. Hubungan linear bisa membentuk hubungan yang positif maupun negatif.

2.2.2 Pendeteksian Multikolinearitas

Multikolinearitas adalah kondisi terdapatnya hubungan linear atau korelasi yang tinggi antara masing-masing variabel independen dalam model regresi. Multikolinearitas biasanya terjadi ketika sebagian besar variabel yang digunakan saling terkait dalam suatu model regresi (Draper & Smith, 1998). Pendeteksian adanya kasus multikolinieritas dapat dilakukan dengan menggunakan *Variance Inflation Factor* (VIF), nilai VIF ini menggambarkan kenaikan varians dari estimasi parameter antar

variabel independen. Adapun rumus VIF diberikan pada persamaan 2.2 (Hocking, 1996).

$$VIF = \frac{1}{1 - R_j^2} \quad (2.2)$$

dengan:

R_j^2 : nilai koefisien determinasi (R^2) antara variabel X_j dengan variabel prediktor lainnya

X_j : variabel independen ke- j yang dijadikan sebagai variabel dependen

dimana,

$$R^2 = \frac{\sum (\hat{X}_i - \bar{X})^2}{\sum (X_i - \bar{X})^2}$$

Nilai VIF yang lebih besar dari 10 menunjukkan adanya kasus multikolinieritas antar variabel independen. Multikolinieritas dapat diatasi dengan mengeluarkan salah satu variabel independen yang berkorelasi tinggi dengan variabel independen yang lain. Pengeluaran variabel ini dapat dilakukan secara manual ataupun otomatis melalui metode *stepwise*.

2.2.3 Autokorelasi Spasial *Moran's I* dan *Moran's Scatterplot*

Autokorelasi spasial antar wilayah dilihat dengan menggunakan indeks *moran's I*. Jika indeks *moran's I* bernilai positif maka terdapat autokorelasi spasial yang positif, artinya nilai-nilai yang sama membentuk pola mengelompok antar wilayah yang berdekatan. Sebaliknya, jika indeks *moran's I* bernilai negatif maka terdapat autokorelasi spasial yang negatif, artinya nilai-nilai yang sama membentuk pola menyebar antar wilayah. Adapun nilai indeks *moran's I* diperoleh menggunakan persamaan 2.3 (Paradis, 2017).

$$I = \frac{N \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij} (\mathbf{X}_i - \bar{\mathbf{X}})(\mathbf{X}_j - \bar{\mathbf{X}})}{S_0 \sum_{i=1}^N (\mathbf{X}_i - \bar{\mathbf{X}})^2} \quad (2.3)$$

dimana $S_0 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij}$

dengan :

I : nilai indeks *moran's I*

w_{ij} : nilai bobot spasial antara pengamatan ke- i dengan pengamatan ke- j

\mathbf{X}_i : pengamatan ke- i pada variabel yang menjadi perhatian

\mathbf{X}_j : pengamatan ke- j pada variabel yang menjadi perhatian

$\bar{\mathbf{X}}$: rata-rata pengamatan pada variabel yang menjadi perhatian

Untuk menguji signifikansi nilai indeks *Moran's I* dilakukan pengujian yaitu sebagai berikut :

Hipotesis :

$H_0 : E(I) = 0$ (tidak terdapat autokorelasi spasial)

$H_1 : E(I) \neq 0$ (terdapat autokorelasi spasial)

Statistik ujinya diberikan pada persamaan 2.4.

$$Z(I) = \frac{I - E(I)}{\sqrt{Var(I)}} \quad (2.4)$$

dimana,

$$E(I) = -\frac{1}{N-1}$$

$$Var(I) = \frac{N^2 S_1 - N S_2 + 3 S_0^2}{(N^2 - 1) S_0^2} - [E(I)]^2$$

$$S_1 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (w_{ij} + w_{ji})^2$$

$$S_2 = \sum_{i=1}^N \left(\sum_{j=1}^N w_{ij} + \sum_{j=1}^N w_{ji} \right)^2 = \sum_{i=1}^N (w_{i\cdot} + w_{\cdot i})^2$$

$$w_{i\cdot} = \sum_{j=1}^N w_{ij}$$

dengan :

$E(I)$: nilai ekspektasi dari indeks *moran's I*

$Var(I)$: varians dari indeks *moran's I*

Dengan taraf signifikansi α , statistik uji $Z(I)$ mengikuti distribusi Normal(0,1) dengan H_0 ditolak jika $|Z(I)| > Z_{\alpha/2}$.

Autokorelasi spasial antar wilayah juga dapat dilihat secara visual dengan menggunakan *moran's scatterplot*. Pola penyebaran antar wilayah pada *moran's scatterplot* dapat dilihat pada Gambar 2.1.

Kuadran II <i>Low-High</i>	Kuadran I <i>High-High</i>
Kuadran III <i>Low-Low</i>	Kuadran IV <i>High-Low</i>

Gambar 2.1 *Moran's Scatterplot*

Moran's scatterplot dibagi atas empat kuadran yang sesuai untuk empat pola penyebaran nilai dari setiap wilayah yang bertetangga. Adapun penjelasan dari masing-masing kuadran adalah sebagai berikut (Perobelli & Haddad, 2003) :

1. Kuadran I (terletak di kanan atas) disebut *High-High* (HH) yang menunjukkan wilayah yang memiliki pengamatan tinggi yang dikelilingi oleh wilayah yang juga memiliki pengamatan tinggi untuk variabel yang menjadi perhatian.
2. Kuadran II (terletak di kiri atas) disebut *Low-High* (LH) yang menunjukkan wilayah dengan nilai rendah namun

dikelilingi wilayah dengan nilai tinggi untuk variabel yang menjadi perhatian.

3. Kuadran III (terletak di kiri bawah) disebut *Low-Low* (LL) yang menunjukkan wilayah dengan nilai pengamatan rendah dan dikelilingi oleh wilayah yang juga mempunyai nilai pengamatan rendah untuk variabel yang menjadi perhatian.
4. Kuadran IV (terletak di kanan bawah) disebut *High-Low* (HL) yang menunjukkan wilayah dengan nilai tinggi yang dikelilingi wilayah dengan nilai rendah untuk variabel yang menjadi perhatian.

Apabila pengamatan berada di kuadran I dan III, maka terdapat indikasi terjadi pengelompokkan (*clustering*) yang berarti terjadi autokorelasi spasial yang positif antara wilayah yang diamati dengan wilayah lainnya. Sedangkan, apabila pengamatan berada di kuadran II dan IV, maka terdapat indikasi terjadi penyebaran (*dispersion*) yang berarti terjadi autokorelasi spasial yang negatif antara wilayah yang diamati dengan wilayah lainnya.

2.3 Model Regresi Data Panel

Data panel adalah gabungan antara data *time series* dan data *cross sectional*. Data *cross section* merupakan data yang dikumpulkan dalam satu waktu terhadap banyak individu, sedangkan data *time series* merupakan data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu terhadap suatu individu (Gujarati, 2004). Ada beberapa keuntungan yang didapatkan jika menggunakan data panel. Adapun keuntungan data panel diantaranya yaitu (Baltagi, 2005) :

1. Dapat mengontrol heterogenitas individual.
2. Lebih informatif, lebih bervariasi, lebih efisien dan dapat menghindari masalah multikolinearitas.
3. Lebih unggul dalam mempelajari perubahan yang dinamis.
4. Lebih dapat mengukur pengaruh-pengaruh yang tidak dapat diobservasi pada data *cross section* murni dan *timer series* murni.
5. Membuat data tersedia dalam jumlah banyak.

6. Dapat meminimumkan bias yang dapat terjadi bila mengagregatkan individu ke agregat yang luas.

Selain memiliki keuntungan, data panel memiliki beberapa keterbatasan (Baltagi, 2005). Adapun keterbatasan data panel diantaranya yaitu:

1. Masalah rancangan dan pengumpulan data.
2. Ketidaksesuaian dalam pengukuran *error*.
3. Dimensi *time series* yang pendek.
4. Ketergantungan *cross sectional*.

Adapun model regresi data panel secara umum diberikan pada persamaan 2.5 (Baltagi, 2005).

$$\mathbf{y}_{it} = \alpha \mathbf{1} + \mathbf{X}'_{it} \boldsymbol{\beta} + \mathbf{u}_{it}, \quad t = 1, 2, \dots, T; \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (2.5)$$

dengan :

i : banyaknya data *cross section*

t : banyaknya data *time series*

\mathbf{y}_{it} : vektor variabel dependen yang berukuran $NT \times 1$

\mathbf{X}_{it} : matriks dari pengamatan ke- i pada waktu ke- t pada variabel independen yang berukuran $k \times NT$

α : skalar

$\mathbf{1}$: vektor kolom bernilai 1 dengan dimensi NT

$\boldsymbol{\beta}$: vektor parameter model regresi data panel berukuran $k \times 1$

\mathbf{u}_{it} : vektor komponen *error* gabungan yang berukuran $NT \times 1$

k : jumlah variabel independen

Estimasi parameter pada regresi data panel tergantung dengan model yang dibentuk, berikut ini adalah model regresi data panel dan metode estimasi yang biasa digunakan (Gujarati, 2004) :

a. Model Efek Biasa (*Pooled Model* atau *Common Effect Model*)

Model efek biasa atau selanjutnya disebut model *pooled* merupakan model yang paling sederhana dalam regresi data panel. Adapun model *pooled* ini diberikan pada persamaan 2.6.

$$\mathbf{y}_{it} = \alpha \mathbf{1} + \mathbf{X}'_{it} \boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon}_{it}, \quad t = 1, 2, \dots, T; \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (2.6)$$

dengan :

ϵ_{it} : vektor komponen *error cross section* yang mengikuti

Distribusi Normal $(0, \sigma_\epsilon^2)$ yang berukuran $NT \times 1$

Metode estimasi parameter pada model *pooled* ini sama halnya dengan model regresi linear biasa yaitu dengan menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS) dengan cara menggabungkan data *cross section* dan data *time series* menjadi satu kesatuan yang utuh. Model ini mengasumsikan *intercept* dan *slope* konstan dan tidak memperhatikan dimensi individu maupun waktu.

b. Model Efek Tetap (*Fixed Effect Model*)

Pada model efek tetap atau selanjutnya disebut *fixed effect*, pemilihan individu dan waktu ditentukan secara tetap oleh peneliti, sehingga efek tetap hanya sebatas pada individu dan waktu yang ditentukan tersebut. Dengan demikian, efek dari individu dapat diasumsikan sebagai parameter tetap (*fixed parameter*). Pada model *fixed effect* dengan komponen *error* satu arah, perbedaan karakteristik setiap individu diakomodasi pada *intercept* sehingga *intercept* berubah antar individu. Adapun model *fixed effect* ini diberikan pada persamaan 2.7.

$$\mathbf{y}_{it} = \alpha \mathbf{1} + \mathbf{X}_{it}' \boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\mu}_i + \epsilon_{it}, \quad t = 1, 2, \dots, T; \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (2.7)$$

dengan :

$\boldsymbol{\mu}_i$: vektor parameter *fixed effect* pada model regresi data panel yang berukuran $N \times 1$

Pada model *fixed effect* ini diasumsikan bahwa koefisien *slope* bernilai konstan tetapi *intercept* bersifat tidak konstan. Metode estimasi parameter model regresi data panel dengan *fixed effect* menggunakan teknik penambahan variabel *dummy* sehingga seringkali disebut dengan *Least Square Dummy Variable* (LSDV).

c. Model Efek Acak (*Random Effect Model*)

Pada model efek acak atau selanjutnya disebut *random effect*, pemilihan individu dan waktu dilakukan secara acak sehingga efek dari individu dan waktu diasumsikan merupakan

variabel *random*. Pada model *random effect* dengan komponen *error* satu arah, perbedaan karakteristik individu diakomodasi pada *error* dari model. Adapun model *random effect* ini diberikan pada persamaan 2.8 dan 2.9.

$$\mathbf{y}_{it} = \alpha \mathbf{1} + \mathbf{X}'_{it} \boldsymbol{\beta} + \mathbf{u}_{it}, \quad t = 1, 2, \dots, T; \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (2.8)$$

$$\mathbf{u}_{it} = \phi + \boldsymbol{\varepsilon}_{it} \quad (2.9)$$

dengan :

ϕ : parameter *random effect* pada model regresi data panel

$\boldsymbol{\varepsilon}_{it}$: vektor komponen *error cross section* yang mengikuti

distribusi Normal $(0, \sigma_{\varepsilon}^2)$ yang berukuran $NT \times 1$

Pada model *random effect* ini diasumsikan bahwa koefisien *slope* dan *intercept* bersifat tidak konstan. Metode estimasi parameter model regresi data panel dengan *random effect* menggunakan *Generalized Least Square* (GLS) yang merupakan OLS dengan variabel transformasi.

2.4 Model Regresi Spasial

Analisis spasial adalah analisis yang digunakan untuk mendapatkan informasi pengamatan yang dipengaruhi oleh efek ruang atau lokasi. Pengaruh atau efek lokasi pada analisis spasial disajikan dalam bentuk koordinat lokasi atau pembobotan. Berdasarkan tipe pembobotannya, pemodelan analisis spasial dibedakan menjadi dua tipe yaitu pemodelan spasial dengan pendekatan titik dan pemodelan spasial dengan pendekatan area. Pendekatan titik adalah metode yang menggunakan informasi jarak (*distance*) sebagai pembobotnya, sedangkan pendekatan area menggunakan persinggungan (*contiguity*) antara lokasi yang berdekatan sebagai pembobotnya. Ukuran kedekatan bergantung pada pengetahuan tentang ukuran dan bentuk unit observasi yang digambarkan pada peta (LeSage, 1999).

Jenis pemodelan spasial dengan pendekatan titik diantaranya adalah *Geographically Weighted Regression* (GWR), *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR), dan lain-lain. Sedangkan, model spasial dengan pendekatan area

diantaranya adalah *Spatial Autoregressive Model* (SAR), *Spatial Error Model* (SEM), dan lain-lain. Pada model regresi spasial, terdapat keterkaitan wilayah atau dependensi spasial antara satu wilayah dengan wilayah lainnya. Adanya keterkaitan ini mengakibatkan nilai pengamatan pada suatu wilayah tergantung pada wilayah lain yang berdekatan.

Regresi spasial merupakan suatu penggabungan metode regresi dengan memperhatikan efek spasial yang direpresentasikan dalam matriks pembobot spasial yang elemennya menunjukkan adanya persinggungan wilayah ataupun kedekatan wilayah. Adapun model regresi spasial secara umum dengan efek spasial pada lag variabel dependen dan *error* dari model menggunakan data *cross section* diberikan pada persamaan 2.10 dan 2.11 (Anselin, 1988).

$$\mathbf{y} = \lambda \mathbf{W}\mathbf{y} + \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{u} , \quad (2.10)$$

$$\mathbf{u} = \rho \mathbf{W}\mathbf{u} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (2.11)$$

dengan :

\mathbf{y} : vektor variabel dependen berukuran $N \times 1$

\mathbf{X} : matriks dari pengamatan pada variabel independen yang berukuran $N \times (k + 1)$

$\boldsymbol{\beta}$: vektor parameter model regresi spasial yang berukuran $k \times 1$

λ : koefisien spasial pada lag variabel dependen

ρ : koefisien spasial pada *error* dari model

\mathbf{u} : vektor komponen *error* gabungan yang berukuran $N \times 1$

$\boldsymbol{\varepsilon}$: vektor komponen *error cross section* yang mengikuti distribusi Normal $(0, \sigma^2 \mathbf{I})$ yang berukuran $N \times 1$

\mathbf{W} : matriks pembobot spasial dengan ukuran $N \times N$

Beberapa model yang dapat dibentuk dari persamaan umum regresi spasial yaitu sebagai berikut (LeSage, 1999) :

a. Model Spasial Autoregressive (SAR)

Model Spasial *Autoregressive* atau selanjutnya disebut model SAR merupakan model regresi spasial dengan efek spasial

yang terdapat pada lag variabel dependen ($\lambda \neq 0$) dan tanpa efek spasial pada *error* dari model ($\rho = 0$). Adapun model SAR ini diberikan pada persamaan 2.12.

$$\mathbf{y} = \lambda \mathbf{W}\mathbf{y} + \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (2.12)$$

b. Model Spasial *Error* (SEM)

Model Spasial *Error* atau selanjutnya disebut model SEM merupakan model regresi spasial tanpa efek spasial pada lag variabel dependen ($\lambda = 0$) namun efek spasial terdapat pada *error* dari model ($\rho \neq 0$). Adapun model SEM ini diberikan pada persamaan 2.13 dan 2.14.

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{u} \quad (2.13)$$

$$\mathbf{u} = \rho \mathbf{W}\mathbf{u} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (2.14)$$

c. Model Spasial Autoregressive Moving Average (SARMA)

Model Spasial *Autoregressive Moving Average* atau selanjutnya disebut model SARMA merupakan model regresi spasial dengan efek spasial yang terdapat pada lag variabel dependen ($\lambda \neq 0$) dan juga terdapat pada *error* dari model ($\rho \neq 0$). Adapun model SARMA ini yaitu seperti pada persamaan 2.10 dan 2.11.

Pada model regresi spasial dilakukan pemilihan pembobot dengan menggunakan matriks pembobot spasial yang sesuai dengan area atau wilayah yang diamati. Matriks pembobot spasial (\mathbf{W}) adalah unsur penting dalam menggambarkan kedekatan antara suatu wilayah dengan wilayah lain dan ditentukan berdasarkan informasi atau kedekatan antara suatu wilayah tersebut (*neighborhood*). Matriks pembobot spasial (\mathbf{W}) dapat diperoleh berdasarkan jarak atau persinggungan (*contiguity*) antara satu wilayah ke wilayah yang lain. Beberapa metode yang digunakan untuk mendefinisikan hubungan persinggungan (*contiguity*) antar wilayah antara lain sebagai berikut (LeSage, 1999) :

1. *Linear Contiguity* (Persinggungan Tepi)
Metode ini mendefinisikan $w_{ij} = 1$ untuk wilayah yang berada di tepi kiri maupun kanan wilayah yang menjadi perhatian, dan $w_{ij} = 0$ untuk wilayah lainnya.
2. *Rook Contiguity* (Persinggungan Sisi)
Metode ini mendefinisikan $w_{ij} = 1$ untuk wilayah yang bersinggungan sisi dengan wilayah yang menjadi perhatian, dan $w_{ij} = 0$ untuk wilayah lainnya.
3. *Bishop Contiguity* (Persinggungan Sudut)
Metode ini mendefinisikan $w_{ij} = 1$ untuk wilayah yang titik sudutnya bertemu dengan titik sudut wilayah yang menjadi perhatian, dan $w_{ij} = 0$ untuk wilayah lainnya.
4. *Double Linear Contiguity* (Persinggungan Dua Tepi)
Metode ini mendefinisikan $w_{ij} = 1$ untuk dua wilayah yang berada di tepi kiri maupun kanan dari wilayah yang menjadi perhatian, dan $w_{ij} = 0$ untuk wilayah lainnya.
5. *Double Rook Contiguity* (Persinggungan Dua Sisi)
Metode ini mendefinisikan $w_{ij} = 1$ untuk dua wilayah yang berada di kiri, kanan, utara, maupun selatan dari wilayah yang menjadi perhatian, dan $w_{ij} = 0$ untuk wilayah lainnya.
6. *Queen Contiguity* (Persinggungan Sisi-Sudut)
Metode ini mendefinisikan $w_{ij} = 1$ untuk wilayah yang bersisian atau titik sudutnya bertemu dengan titik sudut wilayah yang menjadi perhatian, dan $w_{ij} = 0$ untuk wilayah lainnya.
7. *Customize Contiguity*
Metode ini mendefinisikan $w_{ij} = 1$ untuk wilayah yang bersisian atau wilayah yang memiliki karakteristik yang

sama dengan wilayah yang menjadi perhatian, dan $w_{ij} = 0$ untuk wilayah lainnya.

Adapun bentuk dari matriks pembobot spasial adalah sebagai berikut :

$$\mathbf{W} = \begin{pmatrix} 0 & w_{12} & w_{13} & \cdots & w_{1N} \\ w_{21} & 0 & w_{23} & \cdots & w_{2N} \\ w_{31} & w_{32} & 0 & \cdots & w_{3N} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{N1} & w_{N2} & w_{N3} & \cdots & 0 \end{pmatrix}$$

Selanjutnya dilakukan standarisasi baris (*row standardized*) pada matriks pembobot spasial dimana jumlah elemen dari setiap baris akan dibuat jumlahnya sama dengan 1 dengan cara membagi setiap elemen pada baris dengan jumlah elemen pada baris tersebut. Hal ini dilakukan agar pembobot spasial yang diperoleh menjadi proporsional terhadap wilayah-wilayah yang memiliki jumlah wilayah yang berdekatan yang berbeda. Adapun rumus untuk standarisasi baris diberikan pada persamaan 2.15.

$$w_{ij}^* = \frac{w_{ij}}{\sum_{j=1}^N w_{ij}} \quad (2.15)$$

2.5 Model Regresi Spasial Data Panel

Pada pembahasan sebelumnya telah dijelaskan bahwa model regresi yang melibatkan pengaruh spasial disebut dengan model regresi spasial. Sehingga dapat diketahui bahwa model regresi yang menggunakan data panel dan terdapat interaksi spasial antara unit pengamatannya disebut model regresi spasial data panel. Pada dasarnya, model regresi spasial data panel hampir sama dengan model regresi spasial yaitu memiliki efek spasial pada lag variabel dependennya atau pada *error* dari modelnya. Perbedaannya terletak pada terdapatnya efek *pooled* atau *common effect*, *fixed*

effect, dan *random effect* pada masing-masing model Spasial SAR dan SEM. Adapun model regresi spasial data panel secara umum dengan efek spasial pada lag variabel dependen dan *error* dari model, serta efek spesifik spasial yang bisa diperlakukan sebagai *fixed effect* atau *random effect* diberikan pada persamaan 2.16 sampai 2.18 (Millo & Piras, 2012).

$$\mathbf{y}_{it} = \lambda \sum_{j=1}^N w_{ij} \mathbf{y}_{jt} + \mathbf{X}_{it} \boldsymbol{\beta} + \mathbf{u}_{it} , \quad (2.16)$$

$$\mathbf{u}_{it} = \mu + \boldsymbol{\varepsilon}_{it} \quad (2.17)$$

$$\boldsymbol{\varepsilon}_{it} = \rho \sum_{j=1}^N w_{ij} \boldsymbol{\varepsilon}_{jt} + \mathbf{v}_{it} \quad (2.18)$$

$$t = 1, 2, \dots, T; \quad i = 1, 2, \dots, N$$

dengan :

i : banyaknya data *cross section*

t : banyaknya data *time series*

\mathbf{y}_{it} : vektor variabel dependen yang berukuran $NT \times 1$

\mathbf{X}_{it} : matriks dari pengamatan ke- i pada waktu ke- t pada variabel independen yang berukuran $k \times NT$

λ : koefisien spasial pada *lag* variabel dependen (koefisien spasial autoregresif)

w_{ij} : elemen matriks pembobot spasial dengan ukuran $N \times N$

$\boldsymbol{\beta}$: vektor parameter model regresi spasial data panel yang berukuran $k \times 1$

\mathbf{u}_{it} : vektor komponen *error* gabungan pertama yang berukuran $NT \times 1$

μ : efek spesifik spasial yang bisa diperlakukan sebagai *fixed effect* ($\boldsymbol{\mu}_i$) ataupun *random effect* (ϕ)

$\boldsymbol{\varepsilon}_{it}$: vektor komponen *error* gabungan kedua yang berukuran $NT \times 1$

ρ : koefisien spasial pada *error* dari model (koefisien spasial autokorelasi)

\mathbf{v}_{it} : vektor komponen *error cross section* yang mengikuti

Distribusi Normal $(0, \sigma_\varepsilon^2)$ yang berukuran $NT \times 1$

k : jumlah variabel independen

Beberapa model yang dapat dibentuk dari persamaan umum regresi spasial yaitu sebagai berikut (Millo & Piras, 2012) :

2.5.1 Model Spasial *Autoregressive Data Panel* (SAR Data Panel)

Model SAR Data Panel adalah salah satu metode analisis menggunakan data panel dimana diasumsikan variabel dependen pada suatu wilayah berkaitan dengan variabel dependen wilayah lainnya. Model SAR Panel merupakan model regresi spasial data panel dengan efek spasial yang terdapat pada lag variabel dependen ($\lambda \neq 0$) dan tanpa efek spasial pada *error* dari model ($\rho = 0$). Adapun model SAR Data Panel secara umum dengan efek spesifik spasial yang bisa diperlakukan sebagai *fixed effect* atau *random effect* diberikan pada persamaan 2.19 dan 2.20.

$$\mathbf{y}_{it} = \lambda \sum_{j=1}^N w_{ij} \mathbf{y}_{jt} + \mathbf{X}_{it} \boldsymbol{\beta} + \mathbf{u}_{it}, \quad (2.19)$$

$$\begin{aligned} \mathbf{u}_{it} &= \mu + \mathbf{v}_{it} \\ t &= 1, 2, \dots, T; \quad i = 1, 2, \dots, N \end{aligned} \quad (2.20)$$

Model SAR Data Panel ini dapat dibentuk menjadi model SAR *Pooled*, *Fixed Effect*, dan *Random Effect* yaitu sebagai berikut :

1. Model SAR *Pooled* (*Common Effect*)

Model SAR *Pooled* merupakan model SAR Data Panel tanpa efek spesifik spasial ($\mu = 0$). Adapun model SAR *Pooled* diberikan pada persamaan 2.21.

$$\begin{aligned} \mathbf{y}_{it} &= \lambda \sum_{j=1}^N w_{ij} \mathbf{y}_{jt} + \mathbf{X}_{it} \boldsymbol{\beta} + \mathbf{v}_{it}, \\ t &= 1, 2, \dots, T; \quad i = 1, 2, \dots, N \end{aligned} \quad (2.21)$$

dimana pada model SAR *Pooled* \mathbf{v}_{it} ekuivalen dengan \mathbf{u}_{it} .

2. Model SAR *Fixed Effect*

Model SAR *Fixed Effect* merupakan model SAR Data Panel dengan efek spesifik spasial diperlakukan sebagai *fixed effect* ($\mu = \boldsymbol{\mu}_i$) dengan $\boldsymbol{\mu}_i$ adalah vektor parameter *fixed effect* pada model. Adapun model SAR *Fixed Effect* diberikan pada persamaan 2.22.

$$\mathbf{y}_{it} = \lambda \sum_{j=1}^N w_{ij} \mathbf{y}_{jt} + \mathbf{X}_{it} \boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\mu}_i + \mathbf{v}_{it}, \quad (2.22)$$

$$t = 1, 2, \dots, T; \quad i = 1, 2, \dots, N$$

dimana pada model SAR *Fixed Effect* \mathbf{v}_{it} ekuivalen dengan $\boldsymbol{\varepsilon}_{it}$.

3. Model SAR *Random Effect*

Model SAR *Random Effect* merupakan model SAR Data Panel dengan efek spesifik spasial diperlakukan sebagai *random effect* ($\mu = \phi$) dengan ϕ adalah parameter *random effect* pada model. Adapun model SAR *Random Effect* diberikan pada persamaan 2.23.

$$\mathbf{y}_{it} = \lambda \sum_{j=1}^N w_{ij} \mathbf{y}_{jt} + \mathbf{X}_{it} \boldsymbol{\beta} + \phi + \mathbf{v}_{it}, \quad (2.23)$$

$$t = 1, 2, \dots, T; \quad i = 1, 2, \dots, N$$

dimana pada model SAR *Random Effect* \mathbf{v}_{it} juga ekuivalen dengan $\boldsymbol{\varepsilon}_{it}$.

2.5.2 Model Spasial *Error Data Panel* (SEM Data Panel)

Model SEM Data Panel adalah salah satu metode analisis menggunakan data panel dimana diasumsikan *error* dari model pada suatu wilayah berkaitan dengan *error* dari model pada wilayah lainnya. Model SEM Panel merupakan model regresi spasial data panel tanpa efek spasial pada lag variabel dependen ($\lambda = 0$) namun efek spasial terdapat pada *error* dari model ($\rho \neq 0$). Adapun model SEM Data Panel secara umum dengan

efek spesifik spasial yang bisa diperlakukan sebagai *fixed effect* atau *random effect* diberikan pada persamaan 2.24 dan 2.25.

$$\mathbf{y}_{it} = \mathbf{X}_{it}\boldsymbol{\beta} + \mu + \boldsymbol{\varepsilon}_{it} , \quad (2.24)$$

$$\boldsymbol{\varepsilon}_{it} = \rho \sum_{j=1}^N w_{ij} \boldsymbol{\varepsilon}_{jt} + \mathbf{v}_{it} \quad (2.25)$$

$$t = 1, 2, \dots, T; \quad i = 1, 2, \dots, N$$

Model SEM Data Panel ini dapat dibentuk menjadi model SEM *Pooled*, *Fixed Effect*, dan *Random Effect* yaitu sebagai berikut :

1. Model SEM *Pooled* (*Common Effect*)

Model SEM *Pooled* merupakan model SEM Data Panel tanpa efek spesifik spasial ($\mu = 0$) . Adapun model SEM *Pooled* diberikan pada persamaan 2.26 dan 2.27.

$$\mathbf{y}_{it} = \mathbf{X}_{it}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon}_{it} , \quad (2.26)$$

$$\boldsymbol{\varepsilon}_{it} = \rho \sum_{j=1}^N w_{ij} \boldsymbol{\varepsilon}_{jt} + \mathbf{v}_{it} , \quad (2.27)$$

$$t = 1, 2, \dots, T; \quad i = 1, 2, \dots, N$$

2. Model SEM *Fixed Effect*

Model SEM *Fixed Effect* merupakan model SEM Data Panel dengan efek spesifik spasial diperlakukan sebagai *fixed effect* ($\mu = \boldsymbol{\mu}_i$) dengan $\boldsymbol{\mu}_i$ adalah vektor parameter *fixed effect* pada model. Adapun model SEM *Fixed Effect* diberikan pada persamaan 2.28 dan 2.29.

$$\mathbf{y}_{it} = \mathbf{X}_{it}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\mu}_i + \boldsymbol{\varepsilon}_{it} , \quad (2.28)$$

$$\boldsymbol{\varepsilon}_{it} = \rho \sum_{j=1}^N w_{ij} \boldsymbol{\varepsilon}_{jt} + \mathbf{v}_{it} , \quad (2.29)$$

$$t = 1, 2, \dots, T; \quad i = 1, 2, \dots, N$$

3. Model SEM *Random Effect*

Model SEM *Random Effect* merupakan model SEM Data Panel dengan efek spesifik spasial diperlakukan sebagai *random*

effect ($\mu = \phi$) dengan ϕ adalah parameter *random effect* pada model. Adapun model SEM *Random Effect* diberikan pada persamaan 2.30 dan 2.31.

$$\mathbf{y}_{it} = \mathbf{X}_{it}\boldsymbol{\beta} + \phi + \boldsymbol{\varepsilon}_{it}, \quad (2.30)$$

$$\boldsymbol{\varepsilon}_{it} = \rho \sum_{j=1}^N w_{ij} \boldsymbol{\varepsilon}_{jt} + \mathbf{v}_{it}, \quad (2.31)$$

$$t = 1, 2, \dots, T; \quad i = 1, 2, \dots, N$$

2.6 Uji Dependensi Spasial

Sebelum melakukan estimasi parameter model regresi spasial data panel, maka tahap awal adalah menguji adanya dependensi spasial atau ketergantungan wilayah pada data panel. Pendeteksian yang dilakukan untuk mengetahui adanya efek dependensi spasial pada data panel adalah dengan menggunakan uji *Lagrange Multiplier* (LM). Untuk mengetahui apakah terdapat efek dependensi spasial pada *lag* variabel dependen atau *error* model, serta adanya *random effect* secara bersama-sama dilakukan dengan menggunakan uji LM Joint. Adapun uji dependensi spasial LM Joint diberikan sebagai berikut.

Hipotesis :

H_0 : $\lambda = \rho = \sigma_\mu^2 = 0$ (tidak terdapat dependensi spasial pada *lag*, *error*, dan *random effect* dalam model)

H_1 : Paling tidak terdapat satu komponen $\lambda, \rho, \sigma_\mu^2$ yang $\neq 0$ (tidak terdapat dependensi spasial pada salah satu *lag*, *error*, atau *random effect* dalam model)

Statistik ujinya diberikan pada persamaan 2.32.

$$LM_j = \frac{NT}{2(T-1)} \mathbf{G}^2 + \frac{N^2 T}{b} \mathbf{H}^2 \quad (2.32)$$

dimana,

$$\mathbf{G} = (\tilde{\mathbf{u}}'(\mathbf{J}_T \otimes \mathbf{J}_N) \tilde{\mathbf{u}} / \tilde{\mathbf{u}}' \tilde{\mathbf{u}}) - 1$$

$$\mathbf{H} = (\tilde{\mathbf{u}}'(\mathbf{I}_T \otimes (\mathbf{W} + \mathbf{W}')/2) \tilde{\mathbf{u}}) / \tilde{\mathbf{u}}' \tilde{\mathbf{u}}$$

$$b = \left[\text{tr}(\mathbf{W} + \mathbf{W}')^2 \right] / 2$$

$$\mathbf{J}_T = \mathbf{1}_T \mathbf{1}_T'$$

$$\mathbf{J}_N = \mathbf{1}_N \mathbf{1}_N'$$

dengan :

N : jumlah pengamatan pada data *cross section*

T : jumlah waktu pada data *time series*

\mathbf{W} : matriks pembobot spasial dengan ukuran $N \times N$

\mathbf{I}_T : matriks identitas dengan ukuran $T \times T$

$\mathbf{1}_T$: vektor kolom bernilai 1 dengan dimensi T

$\mathbf{1}_N$: vektor kolom bernilai 1 dengan dimensi N

$\tilde{\mathbf{u}}$: residual dari estimasi dengan OLS

Dengan taraf signifikansi α , statistik uji LM mengikuti distribusi $\chi^2_{(p)}$ dengan H_0 ditolak jika $LM > \chi^2_{(p)}$, dimana p adalah jumlah parameter dari model.

2.7 Estimasi Parameter Model Regresi Spasial Data Panel

Model regresi spasial data panel yang digunakan pada penelitian ini yaitu model SAR dan SEM dengan efek *pooled*, *fixed effect*, dan *random effect*. Untuk mengestimasi parameter model SAR dan SEM *Pooled* dilakukan pendekatan dengan menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS). Sedangkan untuk mengestimasi parameter model SAR dan SEM *Fixed Effect* dan *Random Effect* dilakukan dengan pendekatan *Maximum Likelihood* (ML). Berikut ini akan dibahas mengenai prosedur estimasi parameter model-model tersebut (Anselin, 1988).

2.7.1 Fixed Effect Model

Berikut ini adalah modifikasi-modifikasi model yang diperlukan untuk mengestimasi model *fixed effects* pada model SAR dan SEM. Diasumsikan bahwa \mathbf{W} konstan sepanjang waktu (t) dan data panelnya seimbang.

1. *Fixed Effect Model SAR*

Parameter β , σ_ε^2 , dan λ dari model SAR *Fixed Effect* pada persamaan 2.22 diestimasi dengan pendekatan *Maximum Likelihood* (ML) yang diawali dengan menggunakan data *cross section*. Fungsi *log-likelihood* dari model tersebut diberikan pada persamaan 2.32.

$$L = -\frac{NT}{2} \ln(2\pi\sigma_\varepsilon^2) + T \ln |\mathbf{I}_N - \lambda \mathbf{W}_N| - \frac{1}{2\sigma_\varepsilon^2} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \left(\mathbf{y}_{it} - \lambda \sum_{j=1}^N w_{ij} \mathbf{y}_{jt} - \mathbf{X}_{it} \beta - \mu_i \right)^2 \quad (2.32)$$

dimana $\ln |\mathbf{I}_N - \lambda \mathbf{W}_N|$ merupakan determinan *Jacobian* dari transformasi ε terhadap \mathbf{y} . Dengan memaksimalkan fungsi *log-likelihood* terhadap μ_i (turunan pertama fungsi sama dengan 0), diperoleh estimasi pada persamaan 2.33.

$$\mu_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \left(\mathbf{y}_{it} - \lambda \sum_{j=1}^N w_{ij} \mathbf{y}_{jt} - \mathbf{X}_{it} \beta \right) \quad (2.33)$$

dengan mensubstitusikan μ_i pada fungsi *log-likelihood* dan memaksimalkan fungsi *log-likelihood* terhadap β dan σ_ε^2 , diperoleh hasil estimasi pada persamaan 2.34 dan 2.35.

$$\beta = (\mathbf{X}' \mathbf{Q}_0 \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}' \mathbf{Q}_0 [\mathbf{y} - \lambda (\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{W}) \mathbf{y}] \quad (2.34)$$

dimana $\mathbf{Q}_0 = (\mathbf{I}_T - \frac{\mathbf{J}_T}{T}) \otimes \mathbf{I}_N$ dan $\mathbf{J}_T = \mathbf{1}_T \mathbf{1}_T'$.

$$\sigma_\varepsilon^2 = \frac{1}{NT} (\mathbf{e}_0^* - \lambda \mathbf{e}_1^*)' (\mathbf{e}_0^* - \lambda \mathbf{e}_1^*) \quad (2.35)$$

dimana, $\mathbf{e}_0^* = \mathbf{Q}_0 \mathbf{e}$, $\mathbf{e}_1^* = \mathbf{Q}_1 \mathbf{e}$ dan $\mathbf{Q}_1 = \frac{\mathbf{J}_T}{T} \otimes \mathbf{I}_N$ dan

$$\mathbf{e} = \mathbf{y} - \lambda (\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{W}_N) \mathbf{y} - \mathbf{X} \beta$$

Selanjutnya, dengan mensubstitusikan μ_i , β , dan σ_ε^2 pada fungsi *log-likelihood* dan memaksimalkan fungsi *log-likelihood* terhadap

λ , serta dilanjutkan dengan prosedur secara iteratif untuk memperoleh estimasi dari λ sampai diperoleh parameter λ yang konvergen.

2. Fixed Effect Model SEM

Parameter β , σ_ε^2 , dan ρ dari model SEM *Fixed Effect* pada persamaan 2.28 dan 2.29 dapat diestimasi dengan pendekatan *Maximum Likelihood* (ML) yang diawali dengan menggunakan data *cross section*. Fungsi *log-likelihood* dari model tersebut diberikan pada persamaan 2.36.

$$\begin{aligned}
 L = & -\frac{NT}{2} \log(2\pi\sigma^2) + T \log |\mathbf{I}_N - \rho \mathbf{W}_N| \\
 & - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \left(\mathbf{y}_{it}^* - \rho \left[\sum_{j=1}^N w_{ij} \mathbf{y}_{jt} \right]^* \right. \\
 & \left. - \left(\mathbf{X}_{it}^* - \rho \left[\sum_{j=1}^N w_{ij} \mathbf{y}_{jt} \right]^* \right) \beta \right)^2
 \end{aligned} \tag{2.36}$$

dimana $\mathbf{X}^* = \mathbf{Q}_0 \mathbf{X}$ dan $\mathbf{y}^* = \mathbf{Q}_0 \mathbf{y}$. Dengan memaksimalkan fungsi *log-likelihood* terhadap β dan σ_ε^2 , diperoleh hasil estimasi pada persamaan 2.37 dan 2.38.

$$\begin{aligned}
 \beta = & \left(\left[\mathbf{X}^* - \rho(\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{W}_N) \mathbf{X}^* \right]' \left[\mathbf{X}^* - \rho(\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{W}_N) \mathbf{X}^* \right] \right)^{-1} \\
 & \left(\left[\mathbf{X}^* - \rho(\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{W}_N) \mathbf{X}^* \right]' \left[\mathbf{y}^* - \rho(\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{W}_N) \mathbf{y}^* \right] \right)
 \end{aligned} \tag{2.37}$$

$$\sigma_\varepsilon^2 = \frac{\mathbf{e}_\rho' \mathbf{e}_\rho}{NT} \tag{2.38}$$

dimana,

$$\mathbf{e}_\rho = \mathbf{y}^* - \rho(\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{W}_N) \mathbf{y}^* - \left(\mathbf{X}^* - \rho(\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{W}_N) \mathbf{X}^* \right) \beta$$

Selanjutnya, dengan mensubstitusikan β dan σ_ε^2 pada fungsi *log-likelihood* dan memaksimalkan fungsi *log-likelihood* terhadap ρ ,

serta dilanjutkan dengan prosedur secara iteratif untuk memperoleh estimasi dari ρ sampai diperoleh parameter ρ yang konvergen.

2.7.2 Random Effect Model

Berikut ini adalah modifikasi-modifikasi model yang diperlukan untuk mengestimasi model *random effects* pada model SAR dan SEM. Diasumsikan bahwa \mathbf{W} konstan sepanjang waktu (t) dan data panelnya seimbang.

1. Random Effects Model SAR

Parameter β , σ_v^2 , dan λ dari model SAR *Random Effect* pada persamaan 2.23 diestimasi dengan pendekatan *Maximum Likelihood* (ML) yang diawali dengan menggunakan data *cross section*. Fungsi *log-likelihood* dari model tersebut diberikan pada persamaan 2.39.

$$L = -\frac{NT}{2} \ln(2\pi\sigma_v^2) + T \ln |\mathbf{I}_N - \lambda \mathbf{W}_N| - \frac{1}{2\sigma_v^2} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \left(\mathbf{y}_{it}^\bullet - \lambda \left[\sum_{j=1}^N w_{ij} \mathbf{y}_{jt} \right]^\bullet - \mathbf{x}_{it}^\bullet \beta \right)^2 \quad (2.39)$$

dimana,

$$\mathbf{x}_{it}^\bullet = \mathbf{x}_{it} - (1-\theta) \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \mathbf{x}_{it}$$

$$\mathbf{y}_{it}^\bullet = \mathbf{y}_{it} - (1-\theta) \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \mathbf{y}_{it}$$

Dengan memaksimalkan fungsi *log-likelihood* terhadap β dan σ_v^2 , diperoleh hasil estimasi pada persamaan 2.39 dan 2.40.

$$\beta = (\mathbf{X}^\bullet' \mathbf{Q}_0 \mathbf{X}^\bullet)^{-1} \mathbf{X}^\bullet' \left[\mathbf{y}^\bullet - \lambda (\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{W}) \mathbf{y}^\bullet \right] \quad (2.39)$$

$$\sigma_v^2 = \frac{\mathbf{e}^{\bullet'} \mathbf{e}^\bullet}{NT} \quad (2.40)$$

dimana,

$$\mathbf{e}^\bullet = \mathbf{y}^\bullet - \mathbf{X}^\bullet \beta$$

$$\mathbf{e} = \mathbf{y}_{it} - (1 - \phi) \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \mathbf{y}_{it} - \lambda \left[\sum_{j=1}^N w_{ij} \mathbf{y}_{jt} - (1 - \theta) \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T w_{ij} \mathbf{y}_{jt} \right] - \left[\mathbf{X}_{it} - (1 - \theta) \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \mathbf{X}_{it} \right] \boldsymbol{\beta}$$

Selanjutnya, dengan mensubstitusikan $\boldsymbol{\beta}$, dan σ_v^2 pada fungsi *log-likelihood* dan memaksimalkan fungsi *log-likelihood* terhadap λ , serta dilanjutkan dengan prosedur secara iteratif untuk memperoleh estimasi dari λ sampai diperoleh parameter λ yang konvergen.

2. Random Effect Model SEM

Parameter $\boldsymbol{\beta}$, σ_v^2 , dan ρ dari model SEM *Random Effect* pada persamaan 2.30 dan 2.31 dapat diestimasi dengan pendekatan *Maximum Likelihood* (ML) yang diawali dengan menggunakan data *cross section*. Fungsi *log-likelihood* dari model tersebut diberikan pada persamaan 2.41.

$$\begin{aligned} L = & -\frac{NT}{2} \ln(2\pi\sigma^2) - \frac{1}{2} \ln |\mathbf{V}| + (T-1) \sum_{i=1}^N \log |\mathbf{B}| \\ & - \frac{1}{2\sigma^2} \mathbf{e}' \left(\frac{1}{T} \mathbf{1}_T \mathbf{1}_T' \otimes \mathbf{V}^{-1} \right) \mathbf{e} \\ & - \frac{1}{2\sigma^2} \mathbf{e}' \left(\mathbf{I}_T - \frac{1}{T} \mathbf{1}_T \mathbf{1}_T' \right) \otimes (\mathbf{B}' \mathbf{B}) \mathbf{e} \end{aligned} \quad (2.41)$$

dimana,

$$\mathbf{V} = T\phi \mathbf{I}_N + (\mathbf{B}' \mathbf{B})^{-1}$$

$$\mathbf{B} = \mathbf{I}_N - \rho \mathbf{W}$$

$$\mathbf{e} = \mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}$$

Dengan memaksimalkan fungsi *log-likelihood* terhadap $\boldsymbol{\beta}$ dan σ_v^2 , diperoleh hasil estimasi pada persamaan 2.42 dan 2.43.

$$\boldsymbol{\beta} = (\mathbf{X}' \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}' \mathbf{y} \quad (2.42)$$

$$\sigma_v^2 = \frac{\mathbf{e}^{\circ'} \mathbf{e}^{\circ}}{NT} \quad (2.43)$$

dimana,

$$\begin{aligned} \mathbf{X}_{it} &= \mathbf{X}_{it} - \rho \sum_{j=1}^N w_{ij} \mathbf{X}_{jt} + \sum_{j=1}^N \left\{ \left[p_{ij} - (1 - \rho w_{ij}) \right] \frac{1}{T} \sum_{j=1}^T \mathbf{X}_{jt} \right\} \\ \mathbf{y}_{it}^{\circ} &= \mathbf{y}_{it} - \rho \sum_{j=1}^N w_{ij} \mathbf{y}_{jt} + \sum_{j=1}^N \left\{ \left[p_{ij} - (1 - \rho w_{ij}) \right] \frac{1}{T} \sum_{j=1}^T \mathbf{y}_{jt} \right\} \\ \mathbf{e}^{\circ} &= \mathbf{y}^{\circ} - \mathbf{X}^{\circ} \boldsymbol{\beta} \end{aligned}$$

Selanjutnya, dengan mensubstitusikan $\boldsymbol{\beta}$ dan σ_v^2 pada fungsi *log-likelihood* dan memaksimalkan fungsi *log-likelihood* terhadap ρ , serta dilanjutkan dengan prosedur secara iteratif untuk memperoleh estimasi dari ρ sampai diperoleh parameter ρ yang konvergen.

2.8 Kriteria Keباikan Model

Kriteria kebaikan model pada model regresi spasial data panel dapat dilihat dari nilai koefisien determinasi (R^2). Koefisien determinasi (R^2) adalah proporsi besarnya variasi data yang dapat diberikan atau diterangkan oleh model. Perhitungan R^2 yang sering digunakan jika estimasi menggunakan OLS diberikan pada persamaan persamaan 2.44 (Elhorst, 2011).

$$R^2(\tilde{\mathbf{e}}) = 1 - \frac{\tilde{\mathbf{e}}' \tilde{\mathbf{e}}}{(\mathbf{y} - \bar{\mathbf{y}})' (\mathbf{y} - \bar{\mathbf{y}})} \quad (2.44)$$

dengan :

$\bar{\mathbf{y}}$: rata-rata keseluruhan dari variabel dependen

$\tilde{\mathbf{e}}$: vektor residual dari model

Adapun perhitungan $\tilde{\mathbf{e}}$ untuk masing-masing model regresi spasial data panel lainnya yaitu sebagai berikut (Elhorst, 2014) :

1. SAR Fixed Effect

$$\tilde{\mathbf{e}} = \mathbf{Y} - \hat{\lambda}(\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{W})\mathbf{Y} - \mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}} - (\mathbf{1}_T \otimes \mathbf{I}_N)\hat{\boldsymbol{\mu}} \quad (2.45)$$

2. SEM *Fixed Effect*

$$\tilde{\mathbf{e}} = \mathbf{Y} - \hat{\rho}(\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{W})\mathbf{Y} - [\mathbf{X} - \hat{\rho}(\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{W})\mathbf{X}]\hat{\boldsymbol{\beta}} - (\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{I}_N)\hat{\boldsymbol{\mu}} \quad (2.46)$$

3. SAR *Random Effect*

$$\tilde{\mathbf{e}} = \mathbf{y}^* - \left[\hat{\lambda}(\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{W})\mathbf{y}^* - \mathbf{X}^* \right] \hat{\boldsymbol{\beta}} \quad (2.47)$$

4. SEM *Random Effect*

$$\tilde{\mathbf{e}} = \mathbf{y}^* - \mathbf{X}^* \hat{\boldsymbol{\beta}} \quad (2.48)$$

2.9 Uji Kesesuaian Model

Setelah didapatkan model SAR dan SEM dengan efek *pooled*, *fixed effect*, dan *random effect*, maka selanjutnya akan diuji apakah masing-masing model tersebut sesuai dengan data yang digunakan. Uji kesesuaian model dilakukan dengan menggunakan uji Spasial Hausman yang bertujuan untuk membandingkan *fixed effect* dan *random effect* pada model SAR dan SEM. Pengujian ini dilakukan berdasarkan pada asumsi apakah *random effect* sesuai dengan data yang digunakan atau tidak. Jika tidak sesuai, maka estimator dari model *random effect* inkonsisten atau tidak sesuai dan diputuskan cukup digunakan hingga model *fixed effect* saja (Millo & Piras, 2012).

Hipotesis :

$H_0 : E(\mu) = 0$ (model *random effect* sesuai pada data)

$H_1 : E(\mu) \neq 0$ (model *random effect* tidak sesuai pada data)

Statistik ujinya diberikan pada persamaan 2.49.

$$H = N(\hat{\boldsymbol{\beta}}_{Random} - \hat{\boldsymbol{\beta}}_{Fixed})'(\hat{\boldsymbol{\Sigma}}_{Random} - \hat{\boldsymbol{\Sigma}}_{Fixed})^{-1}(\hat{\boldsymbol{\beta}}_{Random} - \hat{\boldsymbol{\beta}}_{Fixed}) \quad (2.49)$$

dimana $\hat{\boldsymbol{\beta}}_{Random}$ adalah estimator parameter model *random effect*, $\hat{\boldsymbol{\beta}}_{Fixed}$ adalah estimator parameter model *fixed effect*, $\hat{\boldsymbol{\Sigma}}_{Random}$ dan $\hat{\boldsymbol{\Sigma}}_{Fixed}$ adalah matriks varian kovarian dari masing-masing estimator. Dengan taraf signifikansi α , statistik uji H mengikuti distribusi $\chi^2_{(k)}$ dengan H_0 ditolak jika $H > \chi^2_{(k)}$, dimana k adalah jumlah variabel independen.

2.10 Uji Asumsi Residual

Suatu model regresi harus memenuhi asumsi residual dari model regresi yaitu residual harus identik, independen dan berdistribusi normal. Oleh karena itu, dilakukan pengujian asumsi residual dari model regresi spasial data panel sebagai berikut.

2.10.1 Uji Heteroskedastisitas

Uji heteroskedastisitas merupakan pengujian asumsi residual identik atau kehomogenan varians. Pengujian ini dapat dilakukan dengan metode informal dan formal. Adapun metode informal tersebut meliputi metode grafik yang dilakukan dengan melihat *scatterplot* nilai taksiran dengan residual, dimana jika titik-titik menyebar secara acak dan tidak membentuk pola tertentu maka dapat dikatakan terjadi terbebas dari kasus heteroskedastisitas. Selain itu, terdapat metode formal yang menggunakan pengujian. Salah satu pengujian yang dapat dilakukan dengan uji kesamaan varians. Uji kesamaan varians menyarankan untuk membagi residual menjadi 2 kelompok, kemudian membandingkan varians residual dari kedua kelompok tersebut (Gujarati, 2004).

Hipotesis :

$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ (residual dari model homogen)

$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ (residual dari model tidak homogen)

Statistik ujinya diberikan pada persamaan 2.50.

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2} \quad (2.50)$$

dengan :

s_1 : standar deviasi dari residual kelompok 1

s_2 : standar deviasi dari residual kelompok 2

n_1 : jumlah pengamatan dari residual kelompok 1

n_2 : jumlah pengamatan dari residual kelompok 2

Dengan taraf signifikansi α , H_0 ditolak jika $F \geq F_{\alpha(n_1-1, n_2-1)}$.

2.10.2 Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi merupakan pengujian asumsi residual independen yang berarti masing-masing residual tidak mempunyai hubungan. Pengujian ini dapat dilakukan dengan metode informal dan formal. Adapun metode informal tersebut meliputi metode grafik yang dilakukan dengan menggunakan boxplot dan plot ACF (*Auto Correlation Function*). Boxplot digunakan untuk memeriksa autokorelasi antar unit *cross section* dari residual pengamatan, dimana jika panjang kotak boxplot hampir sama untuk setiap unit *cross section* maka dapat dikatakan residual terbebas dari kasus autokorelasi pada unit *cross section*. Plot ACF digunakan untuk memeriksa autokorelasi antar unit *time series* dari residual pengamatan, dimana tidak terdapat lag yang signifikan pada plot ACF untuk masing-masing unit pengamatan, maka dapat dikatakan residual terbebas dari kasus autokorelasi pada unit *time series*. Selain itu, terdapat metode formal yang menggunakan pengujian. Salah satu pengujian yang dapat dilakukan dengan uji *Durbin Watson* (Draper & Smith, 1998).

Hipotesis :

$H_0 : \rho = 0$ (tidak terjadi autokorelasi antar residual)

$H_1 : \rho \neq 0$ (terjadi autokorelasi antar residual)

Statistik ujinya diberikan pada persamaan 2.51.

$$d = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T (e_{it} - e_{it-1})^2}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T e_{it}^2} \quad (2.51)$$

dengan e_{it} merupakan residual dari model regresi yang terbentuk.

Dengan taraf signifikansi α , H_0 ditolak jika $d < d_L$, H_0 gagal

ditolak jika $d > d_u$, dan H_0 tidak dapat disimpulkan jika $d_L \leq d \leq d_u$.

2.10.3 Uji Normalitas

Uji normalitas merupakan pengujian asumsi residual mengikuti distribusi normal. Pengujian ini dapat dilakukan dengan metode informal dan formal. Adapun metode informal tersebut meliputi metode grafik yang dilakukan dengan melihat *normal probability plot* dari residual. Selain itu, terdapat metode formal yang menggunakan pengujian. Salah satu pengujian yang dapat dilakukan dengan uji *Kolmogorov Smirnov* (Draper & Smith, 1998).

Hipotesis :

$H_0 : F_o(\varepsilon) = F_E(\varepsilon)$ (residual berdistribusi normal)

$H_1 : F_o(\varepsilon) \neq F_E(\varepsilon)$ (residual tidak berdistribusi normal)

Statistik ujinya diberikan pada persamaan 2.52.

$$D_n = \sup_{\varepsilon} |F_E(\varepsilon) - F_o(\varepsilon)| \quad (2.52)$$

$$F_E(\varepsilon) = P\left(\varepsilon < \frac{\hat{\varepsilon}}{S(\hat{\varepsilon})}\right) \quad (2.53)$$

dengan :

$F_o(\varepsilon)$: distribusi frekuensi observasi dari residual

$F_E(\varepsilon)$: distribusi frekuensi harapan dari residual

$\hat{\varepsilon}$: nilai taksiran dari dari residual

Dengan taraf signifikansi α , H_0 ditolak jika $D_n > D_{\alpha;n}$.

2.11 Faktor-Faktor yang Diduga Mempengaruhi Pertumbuhan Ekonomi

Pertumbuhan Ekonomi diartikan sebagai kenaikan Pendapatan Domestik Bruto (PDB) atau Pendapatan Nasional Bruto (PNB) tanpa memandang apakah kenaikan itu lebih besar atau lebih kecil dari tingkat pertumbuhan penduduk, atau apakah perubahan struktur ekonomi terjadi atau tidak (Arsyad, 2004).

Pertumbuhan ekonomi adalah proses kenaikan output per kapita dalam jangka panjang. Pertumbuhan ekonomi adalah suatu proses, bukan suatu gambaran ekonomi pada suatu saat. Disini dapat dilihat aspek dinamis dari suatu perekonomian, yaitu melihat bagaimana perekonomian berkembang atau berubah dari waktu ke waktu (Boediono, 1985).

Pertumbuhan ekonomi merupakan perubahan tingkat kegiatan ekonomi yang berlaku dari tahun ke tahun. Oleh sebab itu, untuk mengetahui tingkat pertumbuhan ekonomi harus diperbandingkan pendapatan nasional yang merujuk pada PDB dari tahun ke tahun. Dalam membandingkannya, perlu disadari bahwa perubahan nilai pendapatan nasional yang PDB dari tahun ke tahun dipengaruhi oleh faktor perubahan dalam tingkat kegiatan ekonomi dan perubahan harga-harga. Pertumbuhan ekonomi dari tahun ke tahun dipengaruhi oleh beberapa faktor, faktor-faktor yang diduga memiliki keterkaitan atau hubungan dengan pertumbuhan ekonomi dalam penelitian ini adalah investasi, angkatan kerja, ekspor neto, dan bencana alam.

2.11.1 Investasi

Investasi merupakan pengeluaran-pengeluaran yang dilakukan untuk membeli barang-barang modal dan peralatan-peralatan produksi dengan tujuan untuk mengganti dan terutama menambah barang-barang modal dalam perekonomian yang akan digunakan untuk memproduksi barang dan jasa di masa depan. Investasi adalah pengeluaran oleh sektor produsen untuk pembelian barang dan jasa untuk menambah stok yang digunakan atau untuk perluasan pabrik. Investasi adalah permintaan barang dan jasa untuk menciptakan atau menambah kapasitas produksi atau pendapatan di masa mendatang (Boediono, 1985).

Hubungan investasi dan pertumbuhan ekonomi sangat erat kaitannya, hal ini dikarenakan investasi merupakan salah satu faktor yang bisa mendorong pertumbuhan ekonomi suatu negara. Agar mengalami pertumbuhan yang pesat maka setiap perekonomian haruslah menabung dan menginvestasikan sebanyak mungkin bagian dari PNB-nya. Apabila pertumbuhan ekonomi

suatu negara mengalami peningkatan maka akan terjadi peningkatan kesempatan kerja, kesejahteraan, produktivitas dan distribusi pendapatan. Untuk memicu pertumbuhan ekonomi dibutuhkan investasi baru yang memungkinkan suatu masyarakat terus menerus meningkatkan kegiatan ekonomi yang akan meningkatkan taraf kemakmuran masyarakat.

2.11.2 Angkatan Kerja

Penduduk dapat dibedakan ke dalam dua bagian, yaitu penduduk yang digolongkan sebagai tenaga kerja dan penduduk bukan tenaga kerja. Tenaga kerja merupakan unsur penting dalam kegiatan ekonomi dan dalam usaha untuk meningkatkan produksi. Tenaga kerja terbagi kedalam dua golongan yaitu angkatan kerja dan bukan angkatan kerja. Angkatan kerja yaitu sebagian dari jumlah penduduk dalam usia kerja yang memiliki pekerjaan dan yang tidak memiliki pekerjaan, tetapi secara aktif ataupun pasif mencari suatu pekerjaan, atau dengan kata lain angkatan kerja terdiri dari penduduk usia kerja yang sedang bekerja maupun sedang mencari pekerjaan (Soeroto, 1998).

Pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan angkatan kerja secara tradisional dianggap sebagai salah satu faktor positif yang memacu pertumbuhan ekonomi. Jumlah tenaga kerja yang lebih besar berarti akan menambah tingkat produksi, sedangkan pertumbuhan penduduk yang lebih besar berarti ukuran pasar domestiknya lebih besar (Todaro, 2003). Penggunaan tenaga kerja dalam proses produksi berhubungan dengan biaya produksi dan tingkat upah. Baik dari sisi biaya produksi maupun tingkat upah, penggunaan (permintaan) tenaga kerja berhubungan dengan produktivitas tenaga kerja dan return yang diterima faktor produksi. Dengan bertambahnya jumlah tenaga kerja maka akan meningkatkan produktivitas tenaga kerja sebagai akibat dari perubahan kuantitas dan kualitas tenaga kerja itu sendiri sehingga dapat mendorong pertumbuhan ekonomi.

2.11.3 Ekspor

Kegiatan ekspor adalah sistem perdagangan dengan cara mengeluarkan barang-barang dari dalam negeri keluar negeri

dengan memenuhi ketentuan yang berlaku. Ekspor merupakan total barang dan jasa yang dijual oleh sebuah negara ke negara lain, termasuk diantara barang-barang, asuransi, dan jasa-jasa pada suatu tahun tertentu (Triyoso, 2004). Ekspor juga perlu adanya pada perekonomian suatu negara karena ekspor merupakan salah satu sumber devisa. Untuk mampu mengekspor, negara tersebut harus menghasilkan barang-barang dan jasa di pasaran internasional. Kemampuan bersaing ini sangat ditentukan oleh berbagai faktor, antara lain sumber daya alam, sumber daya manusia, teknologi, manajemen bahkan sosial budaya (Supriyanto, 2000). Ekspor yang dilakukan suatu negara akan berdampak positif terhadap pertumbuhan ekonomi apabila nilai ekspor lebih besar dibandingkan dengan nilai impor sehingga akan meningkatkan pendapatan nasional dan merangsang pertumbuhan ekonomi.

2.11.4 Bencana Alam

Menurut Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana, definisi bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan baik oleh faktor alam dan/atau faktor non-alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis. Berdasarkan penyebabnya tersebut, bencana dapat dibedakan menjadi bencana alam, bencana non-alam, dan bencana sosial.

Bencana alam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam antara lain berupa gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, badai, kekeringan, angin topan, dan tanah longsor (BNPB, 2016). Bencana alam terbagi atas beberapa tingkatan yang dinilai berdasarkan jumlah korban, kerugian harta benda, kerusakan prasarana-sarana, cakupan wilayah dan dampak sosial ekonomi, yang dibedakan menjadi lokal, daerah dan nasional. Status bencana membedakan bencana ringan, sedang dan berat sesuai indikator tersebut. Dalam Draft Peraturan Presiden atau Raperpres Penetapan Status dan Tingkatan Bencana, bencana tingkat lokal

(kabupaten/kota) jika jumlah korban jiwa kurang dari 100 orang, kerugian kurang dari Rp 1 Miliar, cakupan wilayah kurang dari 10 km², Pemda masih mampu menangani berdasar SDM, sumberdaya finansial dan pemerintahan masih berjalan. Bencana tingkat Provinsi jika jumlah korban kurang dari 500 orang, kerugian kurang dari Rp 1 Triliun, cakupan wilayah lebih dari 1 kab/kota, Pemda Provinsi masih berjalan. Sedangkan Bencana Nasional indikatornya korban lebih dari 500 orang, kerugian lebih dari Rp 1 Triliun, cakupannya beberapa kab/kota lebih dari 1 provinsi, dan Pemprov dan Pemkab tidak mampu mengatasinya (BNPB, 2014).

Bencana alam selalu membawa dampak berupa dampak nilai ekonomi, manusia (korban jiwa), dan ekologi (kerusakan ekosistem). Berdasarkan nilai ekonomi, dampak dari bencana alam terbagi menjadi tiga yaitu dampak langsung, dampak tidak langsung, dan dampak makroekonomi. Dampak bencana secara langsung yaitu kerusakan fisik dan infrastruktur, bangunan, mesin, dan lahan pertanian. Dampak bencana secara tidak langsung yaitu gangguan bisnis dan industri masyarakat. Sedangkan dampak bencana secara makroekonomi yaitu sejumlah variabel ekonomi seperti produk domestik bruto, nilai konsumsi, inflasi, dan lain-lain (Mochler, 2003). Dampak makroekonomi adalah setiap perubahan variabel ekonomi utama yang disebabkan oleh dampak langsung dan tidak langsung dari bencana yang menggambarkan perubahan kegiatan ekonomi, dampak tersebut yang paling jelas terlihat yaitu terdapat pada pertumbuhan ekonomi. Bencana alam dapat menghambat pertumbuhan ekonomi yang berakibat pada kerugian finansial seperti penurunan Produk Domestik Bruto (PDB) yang diakibatkan oleh bencana alam yang terjadi pada tahun tertentu (Richlach, 2012).

(Halaman ini sengaja di kosongkan)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) dan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). Ruang lingkup penelitian dibatasi pada 10 provinsi yang terletak di Pulau Sumatera pada tahun 2010-2015.

Unit *cross section* pada penelitian ini adalah provinsi-provinsi di Pulau Sumatera, sedangkan unit *time series* penelitian ini adalah tahun 2010 hingga tahun 2015. Adapun 10 provinsi di Pulau Sumatera tersebut yaitu sebagai berikut :

- | | |
|-------------------|-------------------------|
| 1. Aceh | 6. Sumatera Selatan |
| 2. Sumatera Utara | 7. Bengkulu |
| 3. Sumatera Barat | 8. Lampung |
| 4. Riau | 9. Kep. Bangka Belitung |
| 5. Jambi | 10. Kepulauan Riau |

3.2 Variabel Penelitian

Adapun variabel penelitian yang digunakan pada penelitian ini beserta dengan satuannya diberikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Variabel		Nama Variabel	Satuan
Dependen	Y	PDRB Atas Dasa Harga Konstan	Triliun Rupiah
	X ₁	Penanaman Modal Asing	Miliar US Dollar
	X ₂	Penanaman Modal Dalam Negeri	Triliun Rupiah
Independen	X ₃	Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja	Persen
	X ₄	Ekspor Neto	Miliar US Dollar
	X ₅	Jumlah Korban Jiwa	Jiwa
	X ₆	Jumlah Kerusakan Rumah	Unit
	X ₇	Jumlah Kerusakan Fasilitas Umum	Unit

Selain variabel-variabel yang telah disebutkan sebelumnya, penelitian ini juga menyertakan variabel *dummy*. Adapun variabel *dummy* yang digunakan diberikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Variabel *Dummy* Penelitian

	Variabel	Nama Variabel
D	1 = Terjadinya bencana dengan skala daerah atau nasional	Kejadian Bencana
	0 = Terjadinya bencana dengan skala lokal atau tidak terjadi bencana sama sekali	

Variabel *dummy* dipilih berdasarkan terjadinya bencana pada suatu tahun dan provinsi tertentu. Jika pada tahun tertentu pada suatu provinsi terjadi bencana dengan skala daerah atau bencana dengan skala nasional diberi nilai 1 pada variabel *dummy*. Sedangkan, jika terjadi bencana dengan skala lokal atau tidak terjadi bencana sama sekali maka diberi nilai 0 pada variabel *dummy*. Penentuan variabel *dummy* dilakukan berdasarkan variabel X_5 sampai X_7 .

3.3 Struktur Data

Untuk mempermudah mengetahui pola data, maka dibentuk struktur data dimana struktur tersebut disusun berdasarkan variabel yang digunakan dalam penelitian ini. Struktur data tersebut ditujukan khususnya untuk analisis regresi spasial data panel. Struktur data pada penelitian ini diberikan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Struktur Data Penelitian

Wilayah (<i>i</i>)	Tahun (<i>t</i>)	Variabel Respon (<i>Y</i>)	Variabel Prediktor				
			X_1	X_2	...	X_4	D
Aceh (1)	2010 (1)	$y_{1,1}$	$x_{1,1,1}$	$x_{2,1,1}$		$x_{4,1,1}$	$d_{1,1}$
Aceh (1)	2011 (2)	$y_{1,2}$	$x_{1,1,2}$	$x_{2,1,2}$...	$x_{4,1,2}$	$d_{1,2}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		⋮	⋮
Aceh (1)	2015 (6)	$y_{1,6}$	$x_{1,1,6}$	$x_{2,1,6}$		$x_{4,1,6}$	$d_{1,6}$
Sumut (2)	2010 (1)	$y_{2,1}$	$x_{1,2,1}$	$x_{2,2,1}$		$x_{4,2,1}$	$d_{2,1}$
Sumut (2)	2011 (2)	$y_{2,2}$	$x_{1,2,2}$	$x_{2,2,2}$...	$x_{4,2,2}$	$d_{2,2}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		⋮	⋮
Sumut (2)	2015 (6)	$y_{2,6}$	$x_{1,2,6}$	$x_{2,2,6}$		$x_{4,2,6}$	$d_{2,6}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	...	⋮	⋮
Kepri (10)	2010 (1)	$y_{10,1}$	$x_{1,10,1}$	$x_{2,10,1}$		$x_{4,10,1}$	$d_{10,1}$
Kepri (10)	2011 (2)	$y_{10,2}$	$x_{1,10,2}$	$x_{2,10,2}$...	$x_{4,10,2}$	$d_{10,2}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		⋮	⋮
Kepri (10)	2015 (6)	$y_{10,6}$	$x_{1,10,6}$	$x_{2,10,6}$		$x_{4,10,6}$	$d_{10,6}$

3.4 Spesifikasi Model

Model yang akan dibentuk dari penelitian ini terdiri dari dua model spasial yaitu Spatial Autoregressive (SAR) dan Spatial Error (SEM). Setiap model spasial tersebut akan dimodelkan menggunakan model panel *common effect (pooled)*, *fixed effect*, dan *random effect*. Berikut ini adalah spesifikasi model yang akan dibentuk dari variabel-variabel digunakan.

1. Model Spasial *Autoregressive (SAR)*

Model SAR data panel yang dibentuk terdiri dari :

- a. Model SAR dengan spasial *common effect (pooled)* yaitu :

$$\hat{\mathbf{y}}_{it} = \lambda \sum_{j=1}^{10} w_{ij} \mathbf{y}_{jt} + \mathbf{X}_{it} \boldsymbol{\beta}$$

- b. Model SAR dengan spasial *fixed effect* yaitu :

$$\hat{\mathbf{y}}_{it} = \lambda \sum_{j=1}^{10} w_{ij} \mathbf{y}_{jt} + \mathbf{X}_{it} \boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\mu}_i$$

- c. Model SAR dengan spasial *random effect* yaitu :

$$\hat{\mathbf{y}}_{it} = \lambda \sum_{j=1}^{10} w_{ij} \mathbf{y}_{jt} + \mathbf{X}_{it} \boldsymbol{\beta} + \phi$$

2. Model Spasial *Error (SEM)*

Model SEM data panel yang dibentuk terdiri dari :

- a. Model SEM dengan spasial *common effect (pooled)* yaitu :

$$\hat{\mathbf{y}}_{it} = \mathbf{X}_{it} \boldsymbol{\beta} + \rho \sum_{j=1}^{10} w_{ij} \boldsymbol{\varepsilon}_{jt}$$

- b. Model SEM dengan spasial *fixed effect* yaitu :

$$\hat{\mathbf{y}}_{it} = \mathbf{X}_{it} \boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\mu}_i + \rho \sum_{j=1}^{10} w_{ij} \boldsymbol{\varepsilon}_{jt}$$

- c. Model SEM dengan spasial *random effect* yaitu :

$$\hat{\mathbf{y}}_{it} = \mathbf{X}_{it} \boldsymbol{\beta} + \phi + \rho \sum_{j=1}^{10} w_{ij} \boldsymbol{\varepsilon}_{jt}$$

3.5 Pemilihan Bobot Spasial

Matriks pembobot (**W**) yang digunakan dalam penelitian ini adalah pembobot *Queen Contiguity* dan *Costumize*. Adapun penjelasan cara pemilihan bobotnya yaitu sebagai berikut :

3.5.1 Pembobot *Queen Contiguity*

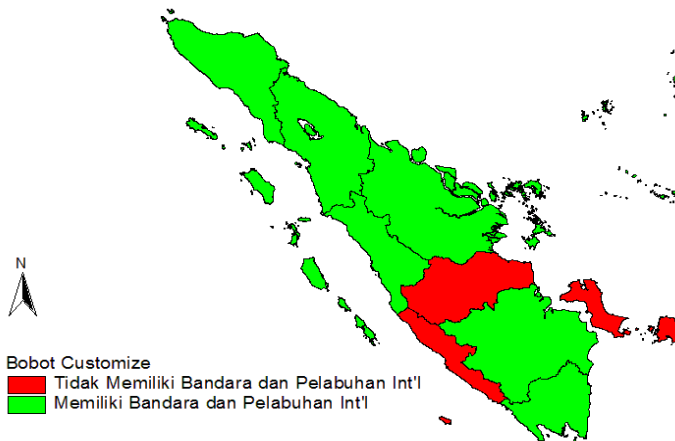
Pemilihan pembobot *queen contiguity* dilakukan berdasarkan pertimbangan bahwa wilayah yang berdekatan akan memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap wilayah yang diamati. Pembobot ini digunakan dengan melihat kedekatan persinggungan sisi dan sudut antar provinsi yang saling berdekatan di Pulau Sumatera. Penentuan pembobot ini didasarkan atas letak dan bentuk wilayah provinsi yang ada di Pulau Sumatera yang sulit untuk dibedakan antara sisi yang bersinggungan dengan wilayah lainnya, oleh sebab itu pendekatan matriks dengan bobot *queen contiguity* digunakan untuk mengatasi masalah tersebut.

Hasil yang diharapkan adalah dengan penggunaan matriks pembobot ini akan menghasilkan efek spasial yang positif sesuai dengan teori ekonomi. Jika efek spasial yang diperoleh adalah negatif, maka akan dibandingkan dengan matriks *customize*. Matriks pembobot dengan bobot *queen contiguity* diberikan pada Lampiran 2.a.

3.5.2 Pembobot *Customize*

Pembobot *customize* dilakukan berdasarkan pertimbangan bahwa wilayah yang memiliki kesamaan karakteristik yaitu wilayah yang memiliki Bandara Internasional dan Pelabuhan Utama Internasional di masing-masing provinsi di Pulau Sumatera sehingga daerah yang memiliki kesamaan karakteristik akan diberi nilai bobot. Daerah yang memiliki Bandara Internasional dan Pelabuhan Utama Internasional diyakini memiliki karakteristik yang sama yaitu perekonomiannya lebih baik dan berkembang dibandingkan dengan daerah yang tidak, karena dengan adanya Bandara dan Pelabuhan tersebut akan meningkatkan aktivitas dan kegiatan ekonomi seperti pariwisata, perdagangan, ekspor impor, dan lainnya yang akan menambah lapangan kerja dan membuat para investor tertarik untuk berinvestasi pada daerah tersebut.

Kelompok provinsi yang memiliki bandara internasional dan pelabuhan utama yaitu Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Riau, Sumatera Selatan, Lampung, dan Kepulauan Riau. Sedangkan kelompok provinsi yang tidak memiliki bandara internasional dan pelabuhan utama yaitu Jambi, Bengkulu, dan Kepulauan Bangka Belitung. Matriks pembobot dengan bobot *customize* diberikan pada Lampiran 2.b. Adapun kelompok provinsi yang memiliki karakteristik sama dapat dilihat pada peta tematik pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Peta Persebaran Provinsi di Pulau Sumatera Berdasarkan Bobot *Customize* yaitu Bandara Internasional dan Pelabuhan Utama Internasional

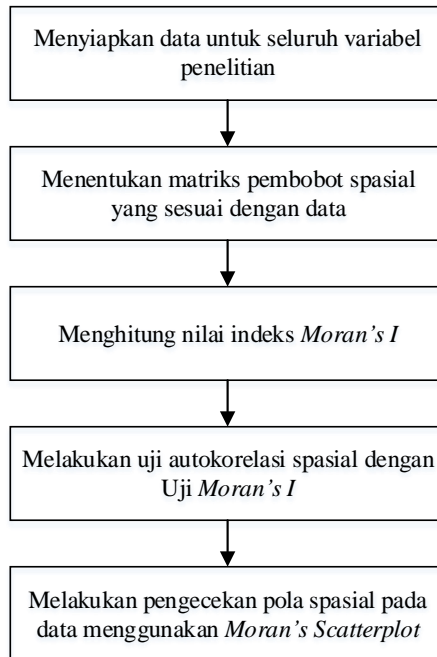
3.6 Langkah Analisis

Langkah-langkah analisis yang akan dilakukan sesuai dengan tujuan penelitian. Pada analisis statistika deskriptif dan analisis data eksploratif dilakukan menggunakan semua variabel penelitian yaitu dari X_1 sampai X_7 , sedangkan pada analisis regresi spasial data panel dilakukan dengan menggunakan variabel X_1 sampai X_4 serta variabel *dummy*. Nilai-nilai variabel *dummy* tersebut dipilih berdasarkan variabel X_5 sampai X_7 pada bagian

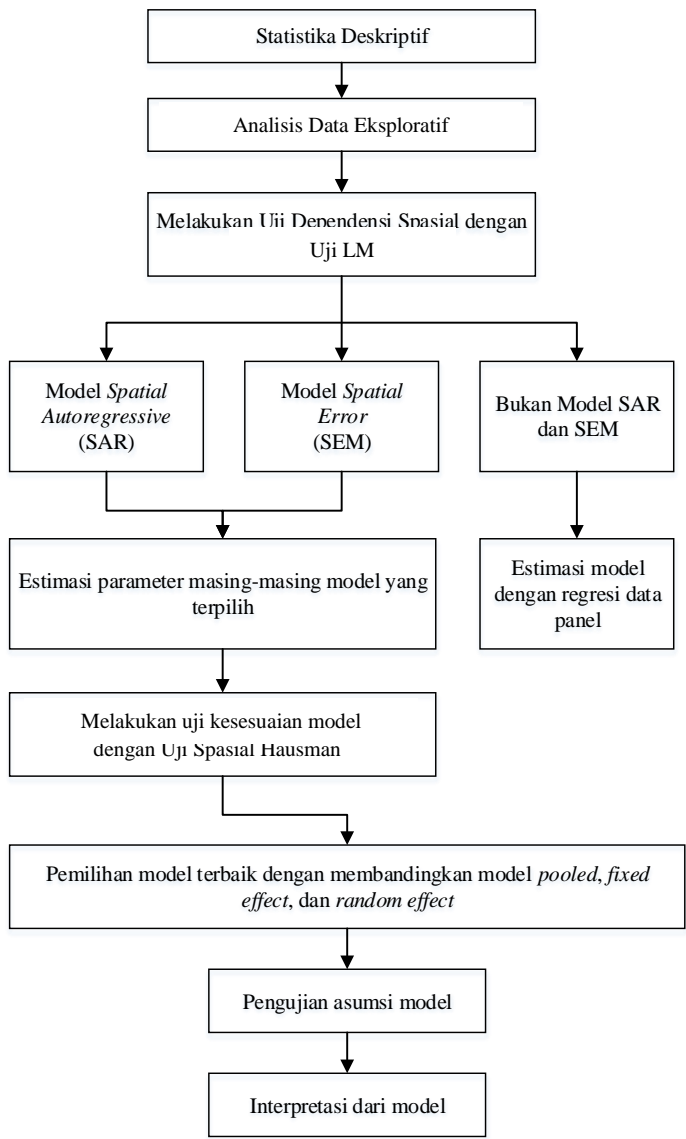
analisis statistika deskriptif. Adapun langkah-langkah analisis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan analisis statistika deskriptif dan analisis data eksploratif, langkah-langkahnya yaitu :
 - a. Mendeskripsikan data untuk setiap variabel menggunakan statistika deskriptif, *line plot*, grafik batang, dan peta tematik seperti yang dijelaskan pada subbab 2.1.
 - b. Mendeteksi hubungan antar variabel dengan korelasi *pearson*, nilai VIF, dan *scatterplot* serta autokorelasi spasial antar wilayah dengan *moran's I* dan *moran's scatterlot* seperti yang dijelaskan pada subbab 2.2.
2. Melakukan analisis regresi spasial data panel, langkah-langkahnya yaitu :
 - a. Melakukan uji dependensi spasial untuk mendeteksi pengaruh spasial pada model yang akan dibentuk dengan uji *Lagrange Multiplier* (LM) seperti yang dijelaskan pada subbab 2.6.
 - b. Melakukan estimasi parameter masing-masing model seperti yang dijelaskan pada subbab 2.7.
 - c. Melakukan pengujian kesesuaian model yang diperoleh menggunakan uji Spasial Hausman seperti yang dijelaskan pada subbab 2.9.
 - d. Melakukan pemilihan model terbaik dari model-model yang terbentuk.
 - e. Melakukan pengujian asumsi residual pada model terbaik yang diperoleh seperti yang dijelaskan pada subbab 2.10.
 - f. Melakukan interpretasi dari model yang diperoleh.

Langkah-langkah penelitian tersebut juga diberikan dalam bentuk diagram alir pada Gambar 3.2 dan 3.3.



Gambar 3.2 Diagram Alir Analisis Statistika Deskriptif dan Analisis Data Eksploratif



Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian Secara Keseluruhan

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai analisis dan pembahasan yang dilakukan untuk mencapai tujuan menjawab permasalahan dalam penelitian. Hal-hal yang akan dibahas diantaranya meliputi deskripsi data dan eksplorasi data untuk mengetahui karakteristik dan perilaku data. Selanjutnya, dilakukan analisis regresi spasial data panel yang diawali dengan uji dependensi spasial, estimasi parameter, uji kesesuaian model, pemilihan model terbaik, uji asumsi residual, dan interpretasi dari hasil analisis.

4.1 Karakteristik Data Pertumbuhan Ekonomi dan Faktor-Faktor yang Diduga Mempengaruhinya

Sebelum melakukan analisis data dengan menggunakan analisis regresi spasial data panel, maka terlebih dahulu dilihat karakteristik dari data dengan melakukan deskripsi dan eksplorasi pada data yaitu sebagai berikut.

4.1.1 Analisis Statistika Deskriptif

Setiap variabel dideskripsikan menurut statistika deskriptif yaitu berdasarkan nilai rata-rata (*mean*), nilai minimum, dan nilai maksimum, selanjutnya setiap variabel disajikan dalam bentuk *line plot*, grafik batang dan peta tematik untuk setiap variabel.

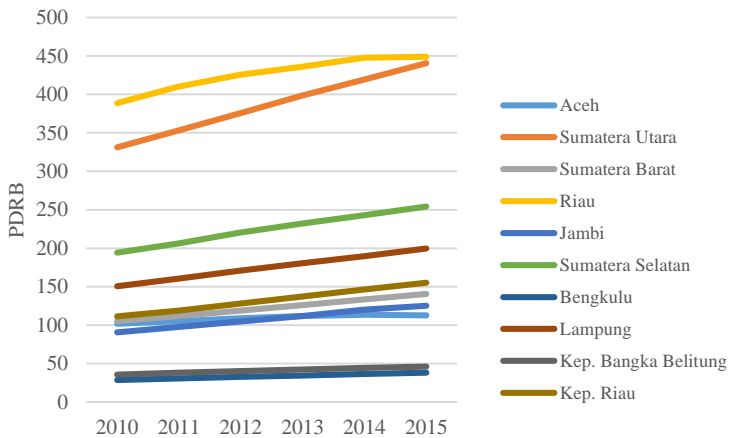
1. PDRB Atas Dasar Harga Konstan

Faktor produksi sebagai output dari pertumbuhan ekonomi dapat digambarkan dari Produk Domestik Regional Bruto (PDRB). Adapun statistika deskriptif dari PDRB diberikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Statistika Deskriptif PDRB Atas Dasar Harga Konstan Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015 (Triliun Rupiah)

Statistik	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Mean	153,7	163,2	172,6	181,1	189,4	196,1
Min	28,4	30,3	32,4	34,3	36,2	38,1
Maks	388,6	410,2	425,6	436,2	448,0	448,9

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa rata-rata PDRB dari setiap provinsi di Pulau Sumatera meningkat setiap tahun. Nilai PDRB terendah dan tertinggi pun juga mengalami peningkatan dari tahun ke tahun yang menandakan bahwa terjadi pertumbuhan ekonomi ke arah yang positif. Karakteristik PDRB dari tahun ke tahun untuk setiap daerah secara visual diberikan pada Gambar 4.1.



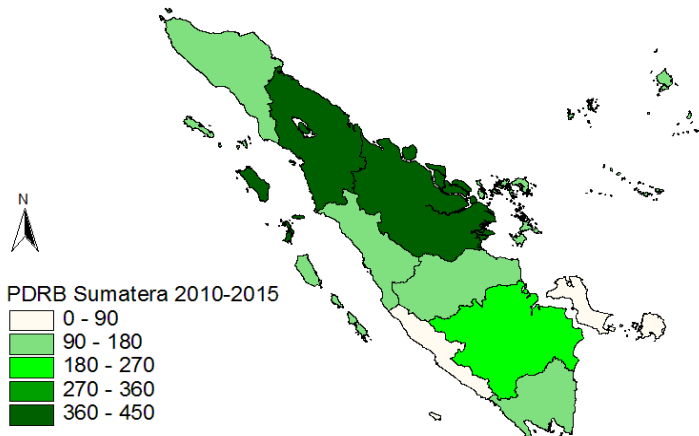
Gambar 4.1 PDRB Atas Dasar Harga Konstan Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015 (Triliun Rupiah)

Berdasarkan Gambar 4.1 dapat diketahui bahwa PDRB setiap provinsi di Pulau Sumatera naik setiap tahunnya. PDRB tertinggi dari tahun 2010 hingga tahun 2015 dihasilkan oleh Provinsi Riau dengan rata-rata PDRB Rp. 426,25 Triliun, diikuti oleh Sumatera Utara dengan rata-rata PDRB Rp. 386,57 Triliun. Selain itu terdapat perbedaan PDRB yang cukup signifikan antara Provinsi Riau dan Sumatera Utara dengan provinsi lainnya, hal ini menunjukkan bahwa Provinsi Riau dan Sumatera Utara memiliki ibu kota yang merupakan pusat perekonomian di Pulau Sumatera yang yaitu Kota Pekanbaru dan Kota Medan.

PDRB terendah dari tahun 2010 hingga tahun 2015 dihasilkan oleh Provinsi Kep. Bangka Belitung dan Bengkulu

dengan rata-rata PDRB dibawah Rp. 50 Triliun, serta terdapat perbedaan PDRB yang cukup signifikan antara kedua provinsi tersebut dengan provinsi lainnya yang menunjukkan bahwa perekonomiannya masih belum terlalu berkembang.

Pola persebaran PDRB provinsi di Pulau Sumatera juga dapat dilihat dengan peta tematik yang diberikan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Peta Persebaran Rata-Rata PDRB Atas Dasar Harga Konstan Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015 (Triliun Rupiah)

Berdasarkan Gambar 4.2 dapat diketahui bahwa terdapat empat kelompok provinsi di Pulau Sumatera berdasarkan nilai PDRB masing-masing provinsi. Kelompok pertama yaitu kelompok provinsi dengan PDRB rendah dengan rentang Rp. 0-90 Triliun yaitu Bengkulu dan Bangka Belitung. Kelompok kedua yaitu kelompok provinsi dengan PDRB menengah rendah dengan rentang Rp. 90-180 Triliun yaitu Aceh, Sumatera Barat, Jambi, Lampung, dan Kep. Riau. Kelompok Ketiga yaitu kelompok provinsi dengan PDRB menengah dengan rentang Rp. 180-270 Triliun Rupiah yaitu Sumatera Selatan. Kelompok keempat yaitu kelompok provinsi dengan PDRB tinggi dengan rentang Rp. 360-450 Triliun Rupiah yaitu Sumatera Utara dan Riau.

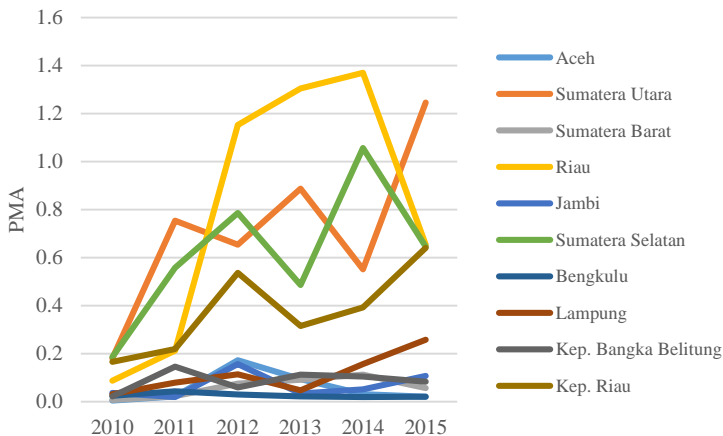
2. Penanaman Modal Asing

Pertumbuhan ekonomi dapat dijelaskan oleh faktor-faktor yang salah satunya yaitu investasi. Investasi tersebut dapat dilihat dari Penanaman Modal Asing (PMA). Adapun statistika deskriptif dari PMA diberikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Statistika Deskriptif Penanaman Modal Asing Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015 (Miliar US Dollar)

Statistik	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Mean	0,075	0,208	0,374	0,340	0,384	0,373
Min	0,005	0,019	0,030	0,022	0,019	0,021
Maks	0,186	0,754	1,153	1,305	1,369	1,246

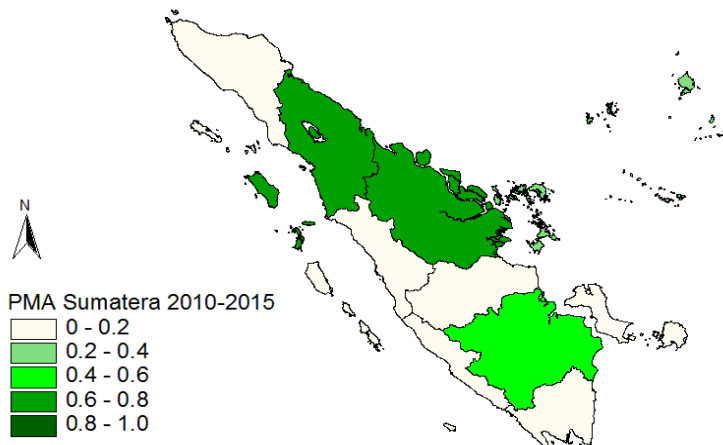
Berdasarkan Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa rata-rata PMA dari setiap provinsi di Pulau Sumatera relatif meningkat setiap tahun. Nilai PMA terendah dan tertinggi pun juga mengalami peningkatan dari tahun ke tahun yang menandakan bahwa setiap tahun para investor dari luar negeri semakin bertambah dalam berinvestasi di setiap provinsi. Karakteristik PMA dari tahun ke tahun untuk setiap daerah secara visual diberikan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Penanaman Modal Asing Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015 (Miliar US Dollar)

Berdasarkan Gambar 4.3 dapat diketahui bahwa PMA setiap provinsi di Pulau Sumatera cenderung naik namun cukup berfluktuatif setiap tahunnya. PMA tertinggi dari tahun 2010 hingga tahun 2015 dihasilkan oleh Provinsi Riau dengan rata-rata PMA US\$ 0,797 Miliar, kemudian diikuti oleh Sumatera Utara, Sumatera Selatan, dan Kep. Riau. Selain itu terdapat perbedaan yang cukup signifikan antara PMA Provinsi Riau, Sumatera Utara, Sumatera Selatan dan Kep. Riau dengan PMA provinsi lainnya, hal ini menunjukkan bahwa provinsi-provinsi tersebut lebih dipercaya oleh investor asing untuk menanamkan modalnya karena kondisi ekonomi provinsi tersebut yang juga baik. Sedangkan, PMA terendah dari tahun 2010 hingga tahun 2015 dihasilkan oleh Provinsi Aceh, Sumatera Barat, Jambi, Bengkulu, Lampung, dan Kep. Bangka Belitung dengan rata-rata PMA dibawah US\$ 0,2 Miliar.

Pola persebaran PMA provinsi di Pulau Sumatera juga dapat dilihat dengan peta tematik yang diberikan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Peta Persebaran Rata-Rata Penanaman Modal Asing Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015 (Miliar US Dollar)

Berdasarkan Gambar 4.4 dapat diketahui bahwa terdapat tiga kelompok provinsi di Pulau Sumatera berdasarkan nilai PMA masing-masing provinsi. Kelompok pertama yaitu kelompok provinsi dengan PMA rendah dengan rentang US\$ 0-0,2 Miliar yaitu Aceh, Sumatera Barat, Jambi, Bengkulu, Lampung, dan Kep. Bangka Belitung. Kelompok kedua yaitu kelompok provinsi dengan PMA menengah rendah dengan rentang US\$ 0,2-0,4 Miliar yaitu Kep. Riau. Kelompok Ketiga yaitu kelompok provinsi dengan PMA menengah tinggi dengan rentang US\$ 0,6-0,8 Miliar Rupiah yaitu Sumatera Utara, Riau, dan Sumatera Selatan.

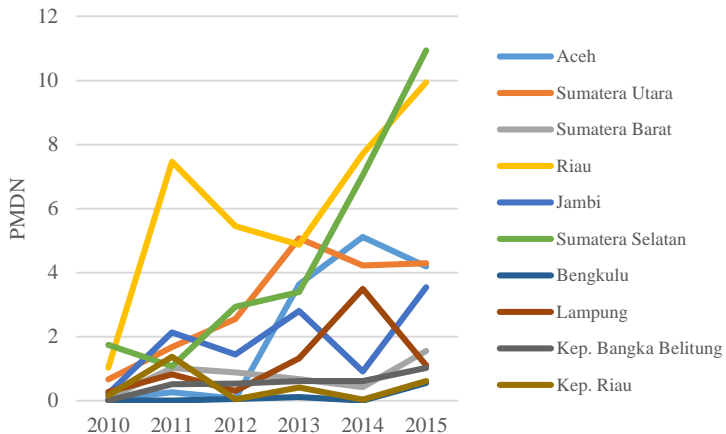
3. Penanaman Modal Dalam Negeri

Faktor investasi lainnya yang dapat menjelaskan faktor ekonomi selain PMA adalah Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN). Adapun statistika deskriptif dari PMDN diberikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Statistika Deskriptif Penanaman Modal Dalam Negeri Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015 (Triliun Rupiah)

Statistik	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Mean	0,422	1,633	1,426	2,291	2,956	3,780
Min	0,000	0,000	0,043	0,110	0,008	0,550
Maks	1,738	7,463	5,450	5,069	7,708	10,940

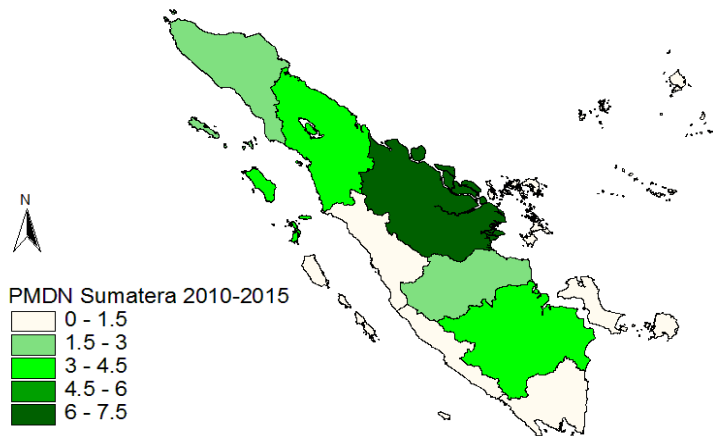
Berdasarkan Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa rata-rata PMDN dari setiap provinsi di Pulau Sumatera relatif meningkat setiap tahun. Namun, nilai PMDN terendah dan tertinggi berfluktuasi dari tahun ke tahun meskipun mengalami peningkatan yang tidak terlalu besar. Hal ini menandakan bahwa setiap tahun para investor dalam negeri juga bertambah meskipun tidak terlalu signifikan dalam berinvestasi di setiap provinsi. Selain itu, karakteristik PMDN dari tahun ke tahun untuk setiap daerah secara visual diberikan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Penanaman Modal Dalam Negeri Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015 (Triliun Rupiah)

Berdasarkan Gambar 4.5 dapat diketahui bahwa PMDN setiap provinsi di Pulau Sumatera cenderung naik namun cukup berfluktuatif setiap tahunnya. PMDN tertinggi dari tahun 2010 hingga tahun 2015 dihasilkan oleh Provinsi Riau dengan rata-rata PMDN Rp. 6,079 Triliun, kemudian diikuti oleh Sumatera Selatan, Sumatera Utara, dan Aceh. Selain itu terdapat perbedaan yang cukup signifikan antara PMDN Provinsi Riau, Sumatera Selatan, Sumatera Utara, dan Aceh dengan PMDN provinsi lainnya, hal ini menunjukkan bahwa provinsi-provinsi tersebut lebih dipercaya oleh investor dalam negeri untuk menanamkan modalnya karena kondisi ekonomi provinsi tersebut yang juga baik. Sedangkan, PMDN terendah dari tahun 2010 hingga tahun 2015 dihasilkan oleh Provinsi Sumatera Barat, Bengkulu, Kep. Bangka Belitung, dan Kep. Riau dengan rata-rata PMDN dibawah Rp. 1 Triliun.

Pola persebaran PMDN provinsi di Pulau Sumtera juga dapat dilihat dengan peta tematik yang diberikan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Peta Persebaran Rata-Rata Penanaman Modal Dalam Negeri Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015 (Triliun Rupiah)

Berdasarkan Gambar 4.6 dapat diketahui bahwa terdapat empat kelompok provinsi di Pulau Sumatera berdasarkan nilai PMDN masing-masing provinsi. Kelompok pertama yaitu kelompok provinsi dengan PMDN rendah dengan rentang Rp. 0-1,5 Triliun yaitu Sumatera Barat, Bengkulu, Lampung, Kep. Bangka Belitung, dan Kep. Riau. Kelompok kedua yaitu kelompok provinsi dengan PMDN menengah rendah dengan rentang Rp. 1,5-3 Triliun yaitu Aceh dan Jambi. Kelompok Ketiga yaitu kelompok provinsi dengan PMDN menengah dengan rentang Rp. 3-4,5 Triliun Rupiah yaitu Sumatera Utara dan Sumatera Selatan. Kelompok keempat yaitu kelompok provinsi dengan PMDN tinggi dengan rentang Rp. 6-7,5 Triliun yaitu Riau.

4. Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja

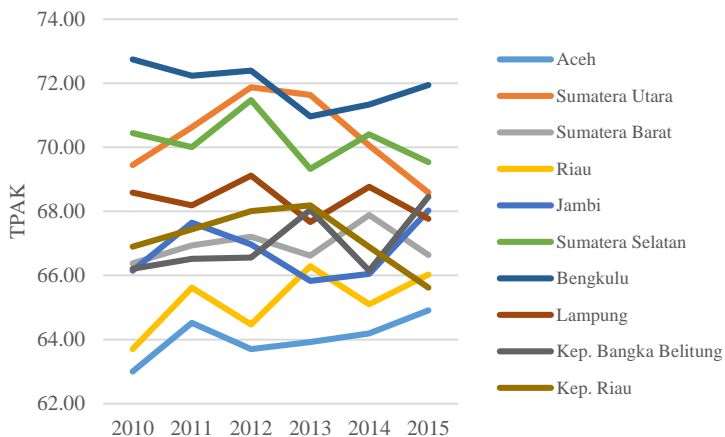
Selain faktor investasi, faktor tenaga kerja juga penting dalam memengaruhi pertumbuhan ekonomi di suatu wilayah. Faktor tenaga kerja tersebut dapat dilihat dari Tingkat Partisipasi

Angkatan Kerja (TPAK) yang dimiliki oleh suatu wilayah. Adapun statistika deskriptif dari TPAK diberikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Statistika Deskriptif Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015 (Triliun Rupiah)

Statistik	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Mean	67,36	67,98	68,18	67,85	67,68	67,75
Min	63,00	64,52	63,70	63,92	64,19	64,91
Maks	72,74	72,23	72,40	71,63	71,33	71,95

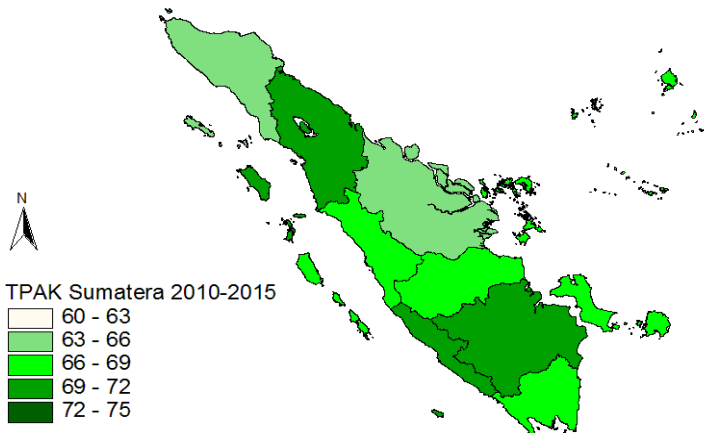
Berdasarkan Tabel 4.4 dapat diketahui bahwa rata-rata, nilai TPAK terendah, dan tertinggi dari setiap provinsi di Pulau Sumatera berfluktuasi setiap tahun dan cenderung datar dan tidak mengalami peningkatan maupun penurunan yang signifikan. Hal ini menandakan bahwa setiap tahun para tenaga kerja dari setiap provinsi cenderung stabil, namun ada juga yang bertambah dan berkurang meskipun hanya sedikit. Selain itu, karakteristik TPAK dari tahun ke tahun untuk setiap daerah secara visual diberikan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015 (Persen)

Berdasarkan Gambar 4.7 dapat diketahui bahwa TPAK setiap provinsi di Pulau Sumatera cenderung berfluktuatif setiap tahunnya. TPAK tertinggi dari tahun 2010 hingga tahun 2015 dihasilkan oleh Provinsi Bengkulu, Sumatera Utara, dan Sumatera Selatan dengan rata-rata TPAK diatas 70 persen. Selain itu terdapat perbedaan yang cukup signifikan antara TPAK Provinsi Bengkulu, Sumatera Utara, dan Sumatera Selatan dengan TPAK provinsi lainnya, hal ini menunjukkan bahwa provinsi-provinsi tersebut memiliki tenaga kerja yang aktif lebih banyak yang dapat meningkatkan kondisi ekonomi provinsi tersebut menjadi lebih baik. Sedangkan, TPAK terendah dari tahun 2010 hingga tahun 2015 dihasilkan oleh Provinsi Riau dan Aceh dengan rata-rata TPAK dibawah 66 persen.

Pola persebaran TPAK provinsi di Pulau Sumtera juga dapat dilihat dengan peta tematik yang diberikan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Peta Persebran Rata-Rata Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015 (Persen)

Berdasarkan Gambar 4.8 dapat diketahui bahwa terdapat tiga kelompok provinsi di Pulau Sumatera berdasarkan TPAK masing-masing provinsi. Kelompok pertama yaitu kelompok provinsi dengan TPAK menengah rendah dengan rentang 63-66 persen yaitu Aceh dan Riau. Kelompok kedua yaitu kelompok provinsi dengan TPAK menengah dengan rentang 66-69 persen yaitu Sumatera Barat, Jambi, Lampung, Kep. Bangka Belitung, dan Kep. Riau. Kelompok Ketiga yaitu kelompok provinsi dengan TPAK menengah tinggi dengan rentang 69-72 persen yaitu Sumatera Utara, Sumatera Selatan, dan Bengkulu.

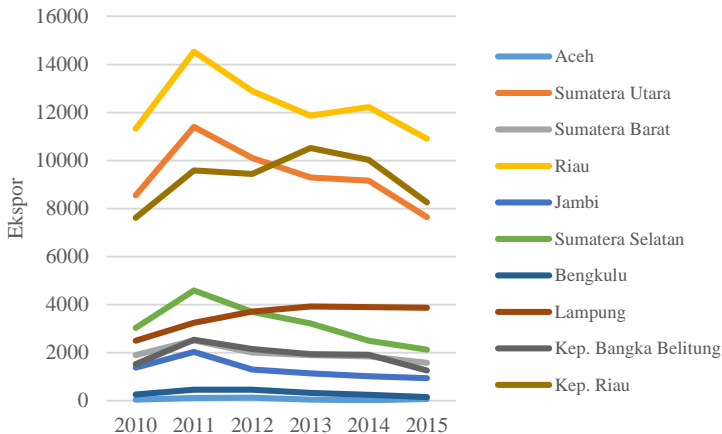
5. Nilai Ekspor

Faktor lainnya yang dapat memepengaruhi pertumbuhan ekonomi di suatu wilayah adalah kegiatan perdagangan dari wilayah tersebut. Kegiatan tersebut dapat dilihat dari Nilai ekspor yang dimiliki oleh suatu wilayah. Adapun statistika deskriptif dari TPAK diberikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Statistika Deskriptif Nilai Ekspor Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015 (Miliar US Dollar)

Statistik	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Mean	3.810,66	5.099,68	4.585,51	4.419,82	4.284,98	3.678,96
Min	38,56	104,14	125,18	49,70	22,49	67,15
Maks	11.326,59	14.537,86	12.892,703	11.867,15	12.221,35	10.910,53

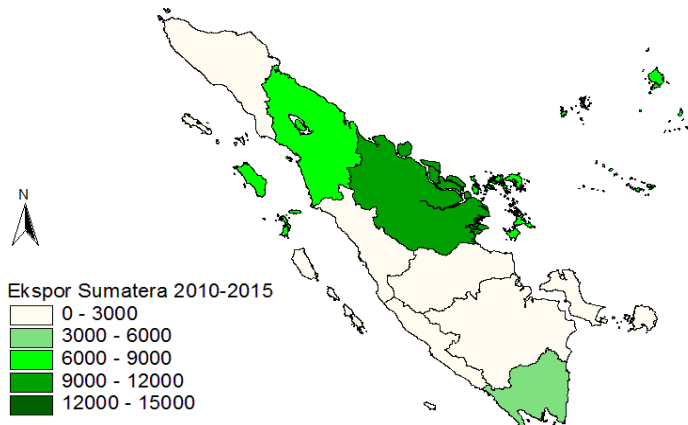
Berdasarkan Tabel 4.5 dapat diketahui bahwa rata-rata nilai ekspor dari setiap provinsi di Pulau Sumatera meningkat pada tahun 2010 ke 2011, kemudian setelah itu turun hingga tahun 2015. Namun, nilai ekspor terendah dan tertinggi berfluktuasi dari tahun ke tahun meskipun secara umum cenderung mengalami penurunan. Hal ini menandakan bahwa kegiatan ekspor dari setiap provinsi relatif menurun dari tahun ke tahun yang mungkin akan tidak terlalu berdampak signifikan terhadap perekonomian daerah tersebut. Selain itu, karakteristik nilai ekspor dari tahun ke tahun untuk setiap daerah secara visual diberikan pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Nilai Ekspor Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015 (Miliar US Dollar)

Berdasarkan Gambar 4.9 dapat diketahui bahwa nilai ekspor setiap provinsi di Pulau Sumatera cenderung menurun setiap tahunnya meskipun ada beberapa provinsi yang ekspornya stabil. Nilai ekspor tertinggi dari tahun 2010 hingga tahun 2015 dihasilkan oleh Provinsi Riau dengan rata-rata ekspor US\$ 12.292,70 Milliar, diikuti dengan Sumatera Utara, dan Kepulauan Riau dengan rata-rata nilai ekspor diatas US\$ 9.000 Miliar. Selain itu terdapat perbedaan yang cukup signifikan antara nilai ekspor Provinsi Riau, Sumatera Utara, dan Kepulauan Riau dengan nilai ekspor provinsi lainnya, hal ini menunjukkan bahwa provinsi-provinsi tersebut memiliki kegiatan perdagangan terutama ke luar negeri yang lebih aktif daripada provinsi lainnya yang menyebabkan kondisi ekonomi provinsi tersebut akan terus berkembang. Sedangkan, nilai ekspor terendah dari tahun 2010 hingga tahun 2015 dihasilkan oleh Provinsi Bengkulu dan Aceh dengan rata-rata nilai ekspor dibawah US\$ 500 Miliar.

Pola persebaran nilai ekspor provinsi di Pulau Sumtera juga dapat dilihat dengan peta tematik yang diberikan pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Peta Persebaran Rata-Rata Nilai Ekspor Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015 (Miliar US Dollar)

Berdasarkan Gambar 4.10 dapat diketahui bahwa terdapat empat kelompok provinsi di Pulau Sumatera berdasarkan nilai ekspor masing-masing provinsi. Kelompok pertama yaitu kelompok provinsi dengan nilai ekspor rendah dengan rentang US\$ 0-3.000 Miliar yaitu Aceh, Sumatera Barat, Jambi, Sumatera Selatan, Bengkulu, dan Kep. Bangka Belitung. Kelompok kedua yaitu kelompok provinsi dengan nilai ekspor menengah rendah dengan rentang US\$ 3.000-6.000 Miliar yaitu Lampung. Kelompok ketiga yaitu kelompok provinsi dengan nilai ekspor menengah dengan rentang US\$ 6.000-9.000 Miliar yaitu Sumatera Utara dan Kepulauan Riau. Kelompok keempat yaitu kelompok provinsi dengan nilai ekspor menengah tinggi dengan rentang US\$ 9.000-12.000 Miliar yaitu Riau.

6. Jumlah Korban Jiwa Akibat Bencana Alam

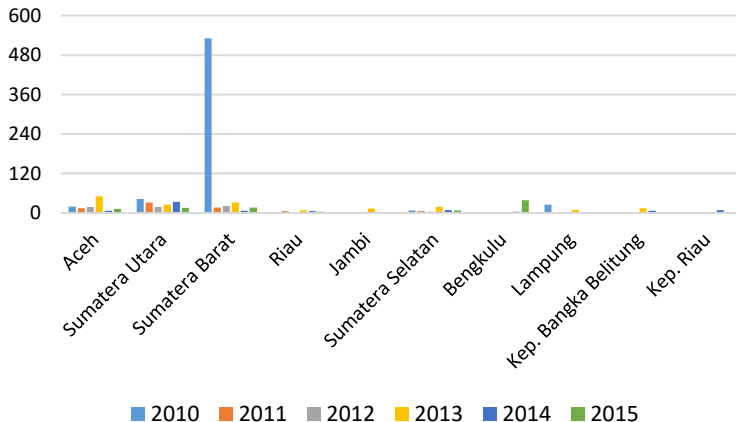
Dampak bencana alam berupa jumlah korban jiwa akan berpengaruh terhadap perekonomian karena berkurangnya tenaga kerja terutama jika terjadi bencana berskala besar dimana korban jiwa yang meninggal banyak dan pemerintah daerah tidak mampu

menangani hal tersebut. Adapun statistika deskriptif dari jumlah korban jiwa akibat bencana alam diberikan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Statistika Deskriptif Jumlah Korban Jiwa Akibat Bencana Alam Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015

Statistik	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Jumlah	626	72	68	170	83	97
Min	0	0	0	0	3	0
Maks	531	32	21	50	34	39

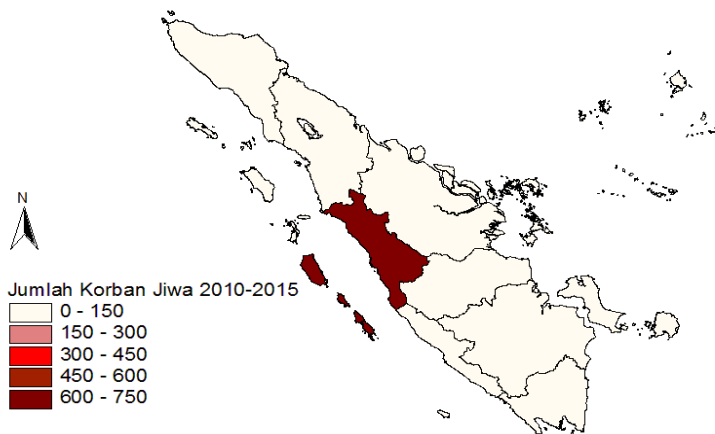
Berdasarkan Tabel 4.6 dapat diketahui bahwa jumlah korban jiwa dari setiap provinsi di Pulau Sumatera berfluktuatif dari tahun 2010 hingga 2015. Jumlah korban jiwa terendah yang bernilai 0 artinya terdapat daerah yang tidak memiliki korban jiwa akibat bencana yang terjadi atau tidak terjadi bencana alam sama sekali pada daerah tersebut. Jumlah korban jiwa tertinggi pada suatu daerah terjadi pada tahun 2010 dengan 531 korban jiwa. Selain itu, jumlah korban jiwa akibat bencana alam dari tahun ke tahun untuk setiap daerah secara visual diberikan pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Jumlah Korban Jiwa Akibat Bencana Alam Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015

Berdasarkan Gambar 4.11 dapat diketahui bahwa jumlah korban jiwa akibat bencana alam setiap provinsi di Pulau Sumatera cenderung berfluktuasi di bawah 100 orang korban jiwa di setiap tahunnya, hal ini menunjukkan bahwa hampir setiap tahun provinsi di Pulau Sumatera terjadi bencana alam skala lokal karena jumlah korban jiwa kurang dari 100 orang. Namun, terdapat juga korban jiwa yang sangat tinggi yaitu pada tahun 2010 di Sumatera Barat, hal ini dikarenakan pada tahun 2010 di Sumatera Barat terjadi bencana alam gempa bumi dan tsunami yang mengakibatkan lebih dari 500 orang korban jiwa meninggal dunia. Bencana alam gempa bumi dan tsunami ini dikategorikan menjadi bencana skala nasional karena jumlah korban jiwa yang lebih dari 500 orang.

Pola persebaran jumlah korban jiwa akibat bencana alam provinsi di Pulau Sumatera juga dapat dilihat dengan peta tematik yang diberikan pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Peta Persebaran Total Jumlah Korban Jiwa Akibat Bencana Alam Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015

Berdasarkan Gambar 4.12 dapat diketahui bahwa terdapat dua kelompok provinsi di Pulau Sumatera berdasarkan jumlah korban jiwa akibat bencana alam masing-masing provinsi.

Kelompok pertama yaitu kelompok provinsi dengan jumlah korban jiwa akibat bencana alam rendah dengan rentang 0-150 korban jiwa selama tahun 2010-2015 yaitu Aceh, Sumatera Utara, Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Bengkulu, Lampung, Kep. Bangka Belitung, dan Kep. Riau. Kelompok kedua yaitu kelompok provinsi dengan jumlah korban jiwa akibat bencana alam tinggi dengan rentang 600-750 korban jiwa selama tahun 2010-2015 yaitu Sumatera Barat.

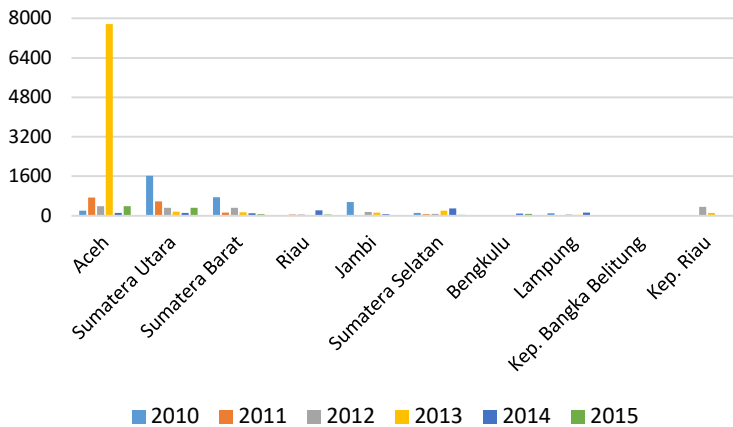
7. Jumlah Kerusakan Rumah Akibat Bencana Alam

Dampak bencana alam berupa jumlah kerusakan rumah akan berpengaruh terhadap perekonomian karena akan mengganggu aktivitas para penduduk yang merupakan tenaga kerja akibat kehilangan tempat tinggal mereka. Adapun statistika deskriptif dari jumlah kerusakan rumah akibat bencana alam diberikan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Statistika Deskriptif Jumlah Kerusakan Rumah Akibat Bencana Alam Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015

Statistik	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Jumlah	3.340	1.612	1.730	8.587	1.141	945
Min	0	0	0	7	20	0
Maks	1.623	737	384	7.769	288	390

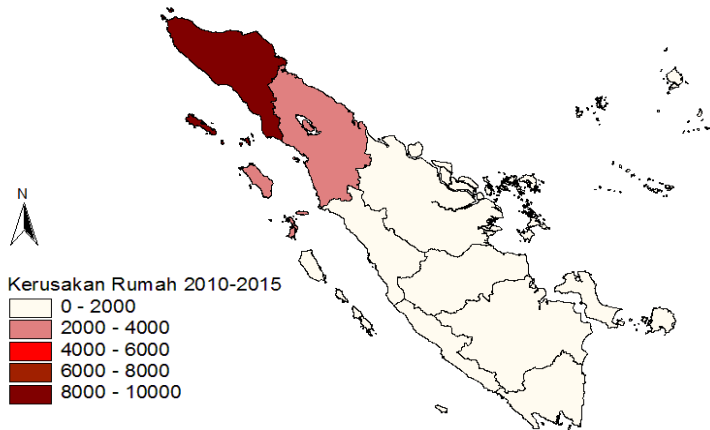
Berdasarkan Tabel 4.7 dapat diketahui bahwa jumlah kerusakan rumah dari setiap provinsi di Pulau Sumatera berfluktuatif dari tahun 2010 hingga 2015. Jumlah kerusakan rumah terendah yang bernilai 0 artinya terdapat daerah yang tidak memiliki kerusakan rumah akibat bencana yang terjadi atau tidak terjadi bencana alam sama sekali pada daerah tersebut. Jumlah kerusakan rumah tertinggi pada suatu daerah terjadi pada tahun 2013 dengan 7.769 unit rumah rusak, kemudian diikuti oleh tahun 2010 dengan 1.623 unit rumah rusak. Selain itu, jumlah kerusakan rumah akibat bencana alam dari tahun ke tahun untuk setiap daerah secara visual diberikan pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Jumlah Kerusakan Rumah Akibat Bencana Alam Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015

Berdasarkan Gambar 4.13 dapat diketahui bahwa jumlah kerusakan rumah akibat bencana alam setiap provinsi di Pulau Sumatera cenderung berfluktuasi di bawah 500 unit rumah rusak di setiap tahunnya. Jika kerusakan 1 unit rumah diasumsikan bernilai 2 juta saja, maka 500 unit rumah akan bernilai 1 Miliar, hal ini berarti hampir setiap tahun provinsi di Pulau Sumatera terjadi bencana alam skala lokal karena jumlah kerugian akibat kerusakan rumah kurang dari 1 Miliar. Namun, terdapat juga kerusakan rumah yang tinggi yaitu pada tahun 2011 dan 2013 di Aceh akibat bencana banjir dan gempa bumi, tahun 2010 dan 2011 di Sumatera Utara juga akibat banjir dan gempa bumi, tahun 2010 di Sumatera Barat akibat gempa bumi dan tsunami, dan tahun 2010 di Jambi akibat banjir dan tanah longsor. Bencana alam-bencana alam tersebut dikategorikan menjadi bencana skala daerah maupun nasional karena bencana tersebut mengakibatkan jumlah rumah rusak lebih dari 500 unit rumah dan menyebabkan kerugian akibat kerusakan tersebut mencapai lebih dari 1 Miliar.

Pola persebaran jumlah kerusakan rumah akibat bencana alam provinsi di Pulau Sumatera juga dapat dilihat dengan peta tematik yang diberikan pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Peta Persebaran Total Jumlah Kerusakan Rumah Akibat Bencana Alam Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015

Berdasarkan Gambar 4.14 dapat diketahui bahwa terdapat tiga kelompok provinsi di Pulau Sumatera berdasarkan jumlah kerusakan rumah akibat bencana alam masing-masing provinsi. Kelompok pertama yaitu kelompok provinsi dengan jumlah kerusakan rumah akibat bencana alam rendah dengan rentang 0-2000 unit rumah rusak selama tahun 2010-2015 yaitu Sumatera Barat, Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Bengkulu, Lampung, Kep. Bangka Belitung, dan Kep. Riau. Kelompok kedua yaitu kelompok provinsi dengan jumlah kerusakan rumah akibat bencana alam menengah rendah dengan rentang 2000-4000 unit rumah rusak selama tahun 2010-2015 yaitu Sumatera Utara. Kelompok ketiga yaitu kelompok provinsi dengan jumlah kerusakan rumah akibat bencana alam tinggi dengan rentang 8000-10.000 unit rumah rusak selama tahun 2010-2015 yaitu Aceh.

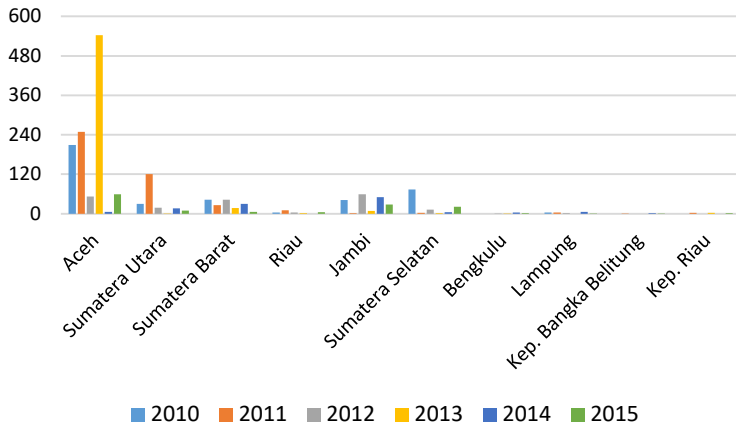
8. Jumlah Kerusakan Fasilitas Umum Akibat Bencana Alam

Dampak bencana alam berupa jumlah kerusakan fasilitas umum akan berpengaruh terhadap perekonomian karena akan mengganggu kegiatan perekonomian terganggu karena rusaknya fasilitas umum penunjang seperti jalan, jembatan, pasar, dan bangunan-bangunan penting lainnya. Adapun statistika deskriptif dari jumlah kerusakan fasilitas umum akibat bencana alam diberikan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Statistika Deskriptif Jumlah Kerusakan Fasilitas Umum Akibat Bencana Alam Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015

Statistik	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Jumlah	406	418	191	577	119	134
Min	0	0	0	0	0	1
Maks	209	249	59	543	50	59

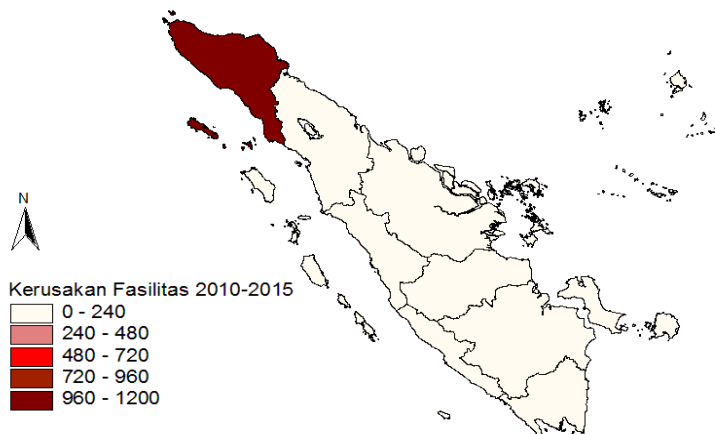
Berdasarkan Tabel 4.8 dapat diketahui bahwa jumlah kerusakan fasilitas umum dari setiap provinsi di Pulau Sumatera berfluktuatif dari tahun 2010 hingga 2015. Jumlah kerusakan rumah terendah yang bernilai 0 artinya terdapat daerah yang tidak memiliki kerusakan fasilitas umum akibat bencana yang terjadi atau tidak terjadi bencana alam sama sekali pada daerah tersebut. Jumlah kerusakan fasilitas umum tertinggi pada suatu daerah terjadi pada tahun 2013 dengan 543 unit fasilitas umum rusak, kemudian diikuti oleh tahun 2011 dengan 249 unit fasilitas umum rusak, dan tahun 2010 dengan 209 unit fasilitas umum rusak. Selain itu, jumlah kerusakan fasilitas umum akibat bencana alam dari tahun ke tahun untuk setiap daerah secara visual diberikan pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Jumlah Kerusakan Fasilitas Umum Akibat Bencana Alam Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015

Berdasarkan Gambar 4.15 dapat diketahui bahwa jumlah kerusakan fasilitas umum akibat bencana alam setiap provinsi di Pulau Sumatera cenderung berfluktuasi di bawah 100 unit fasilitas umum rusak di setiap tahunnya. Jika kerusakan 1 unit fasilitas umum diasumsikan bernilai 10 juta saja, maka 100 unit fasilitas umum akan bernilai 1 Miliar, hal ini berarti hampir setiap tahun provinsi di Pulau Sumatera terjadi bencana alam skala lokal karena jumlah kerugian akibat kerusakan fasilitas umum kurang dari 1 Miliar. Namun, terdapat juga kerusakan fasilitas umum yang tinggi yaitu pada tahun 2010, 2011, dan 2012 di Aceh akibat bencana banjir dan gempa bumi, dan tahun 2011 di Sumatera Utara juga akibat gempa bumi. Bencana alam-bencana alam tersebut dikategorikan menjadi bencana skala daerah maupun nasional karena bencana tersebut mengakibatkan jumlah fasilitas umum rusak lebih dari 100 unit fasilitas umum dan menyebabkan kerugian akibat kerusakan tersebut mencapai lebih dari 1 Miliar.

Pola persebaran jumlah kerusakan fasilitas umum akibat bencana alam provinsi di Pulau Sumatera juga dapat dilihat dengan peta tematik yang diberikan pada Gambar 4.16.



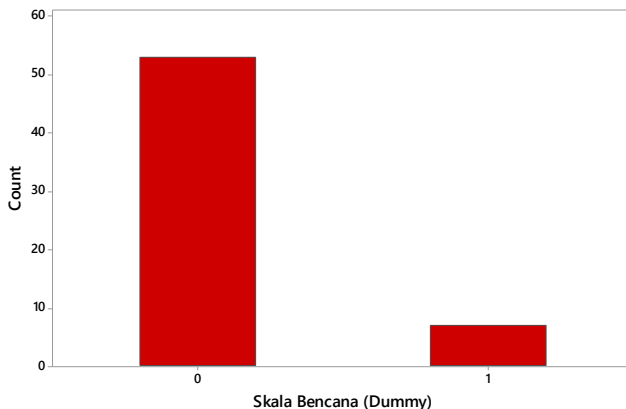
Gambar 4.16 Peta Persebaran Total Jumlah Kerusakan Fasilitas Umum Akibat Bencana Alam Provinsi di Pulau Sumatera Tahun 2010-2015

Berdasarkan Gambar 4.16 dapat diketahui bahwa terdapat dua kelompok provinsi di Pulau Sumatera berdasarkan jumlah kerusakan fasilitas umum akibat bencana alam masing-masing provinsi. Kelompok pertama yaitu kelompok provinsi dengan jumlah kerusakan fasilitas umum akibat bencana alam rendah dengan rentang 0-240 unit fasilitas umum rusak selama tahun 2010-2015 yaitu Sumatera Utara, Sumatera Barat, Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Bengkulu, Lampung, Kep. Bangka Belitung, dan Kep. Riau. Kelompok kedua yaitu kelompok provinsi dengan jumlah kerusakan fasilitas umum akibat bencana alam tinggi dengan rentang 960-1.200 unit fasilitas umum rusak selama tahun 2010-2015 yaitu Aceh.

9. Pemilihan Variabel *Dummy* Berdasarkan Tingkatan Bencana yang Terjadi

Variabel *dummy* yang digunakan pada penelitian ini dipilih berdasarkan tingkatan bencana yang terjadi. Bencana yang dikategorikan pada variabel *dummy* ($D=1$) merupakan bencana

skala daerah atau bencana skala nasional, sedangkan bencana skala lokal atau tidak terjadi bencana sekali pada suatu wilayah dikategorikan menjadi tidak terjadi bencana ($D=0$). Tingkatan bencana tersebut dilihat dengan menggunakan variabel jumlah korban jiwa akibat bencana alam (X_5), jumlah kerusakan rumah akibat bencana alam (X_6), dan jumlah kerusakan fasilitas umum akibat bencana alam (X_7). Jadi, kategori $D=1$ jika jumlah korban jiwa (X_5) lebih dari 100 orang, jumlah kerusakan rumah (X_6) lebih dari 500 unit rumah, dan jumlah kerusakan fasilitas umum (X_7) lebih dari 100 unit fasilitas umum, sedangkan kategori $D=0$ jika terjadi sebaliknya. Pengamatan yang dikategorikan pada variabel *dummy* dengan $D=1$ yaitu sebanyak 7 pengamatan yaitu Aceh tahun 2010, Aceh 2011, Aceh 2013, Sumatera Utara 2010, Sumatera Utara 2011, Sumatera Barat 2010, dan Jambi 2010. Selain pengamatan tersebut dikategorikan dengan $D=0$ yaitu sebanyak 53 pengamatan. Perbandingan jumlah kejadian bencana tersebut diberikan pada Gambar 4.17. Adapun variabel *dummy* secara lengkap diberikan pada Lampiran 1.i.



Gambar 4.17 Perbandingan Jumlah Kejadian Bencana dengan Skala Skala Daerah atau Nasional ($D=1$) dengan Jumlah Kejadian Bencana dengan Skala Lokal atau Tidak Terjadi Bencana Sama Sekali ($D=0$)

4.1.2 Analisis Data Eksploratif

Selanjutnya dilakukan eksplorasi data dengan pendekatan analisis data eksploratif untuk menyajikan seluruh ringkasan data secara statistik maupun secara visual. Analisis data eksploratif yang digunakan meliputi korelasi *pearson*, *scatterplot*, *moran's I*, dan *moran's scatterplot*.

1. Korelasi Antar Variabel

Korelasi antar variabel dilihat dengan menggunakan nilai korelasi *pearson*, hal ini bertujuan untuk melihat apakah terdapat hubungan yang positif atau negatif yang terjadi antar variabel. Adapun korelasi antar variabel yang dilihat adalah korelasi antara variabel dependen dengan masing-masing variabel independen, dan korelasi antara masing-masing variabel dependen dengan variabel independen lainnya. Korelasi antara variabel dependen dengan masing-masing variabel independen bertujuan untuk melihat apakah terdapat hubungan yang positif antara variabel dependen dengan masing-masing variabel independen yang digunakan. Sedangkan, korelasi antara masing-masing variabel independen dengan variabel independen lainnya bertujuan untuk mendeteksi apakah terindikasi terjadinya multikolinearitas antar variabel independen. Hasil perhitungan nilai korelasi *pearson* diberikan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Nilai Korelasi *Pearson* dan Nilai Signifikansi (P-Value)
Korelasi Pearson Antar Variabel

Variabel	PDRB	PMA	PMDN	TPAK	Ekspor
PDRB		0,770	0,664	-0,027	0,097
(Y)		(0,000)	(0,000)	(0,838)	(0,459)
PMA	0,770		0,602	0,102	0,101
(X ₁)	(0,000)		(0,000)	(0,437)	(0,444)
PMDN	0,664	0,602		-0,081	0,196
(X ₂)	(0,000)	(0,000)		(0,539)	(0,134)
TPAK	-0,027	0,102	-0,081		-0,037
(X ₃)	(0,838)	(0,437)	(0,539)		(0,781)
Ekspor	0,097	0,101	0,196	-0,037	
(X ₄)	(0,459)	(0,444)	(0,134)	(0,781)	

Dari hasil perhitungan nilai korelasi *pearson* pada Tabel 4.9 diperoleh bahwa terdapat korelasi positif pada $\alpha = 5\%$ antara variabel dependen dengan 3 variabel independen sesuai dengan teori ekonomi kecuali pada variabel X_3 , namun 3 variabel dependen tersebut sudah cukup mewakili hubungan antara variabel dependen dan masing-masing variabel independen. Selanjutnya, diperoleh bahwa korelasi masing-masing variabel independen dengan variabel independen lainnya ada yang bernilai positif dan negatif, namun nilai korelasi tersebut relatif rendah dan tidak melebihi hubungan antara variabel dependen dengan variabel independen yang diamati, hal ini menunjukkan variabel yang digunakan bebas dari kasus multikolinearitas.

2. Pendeteksian Multikolinearitas

Selain menggunakan korelasi *pearson* antar variabel, pendeteksian multikolinearitas juga dilakukan dengan menggunakan nilai VIF. Nilai VIF digunakan untuk mendeteksi apakah terdapat korelasi yang tinggi antara suatu variabel independen dengan sisa variabel independen lainnya secara bersama-sama. Jika nilai VIF yang diperoleh untuk masing-masing variabel lebih dari 10, artinya variabel tersebut memiliki korelasi yang tinggi dengan variabel independen lainnya yang artinya terjadi kasus multikolinearitas yang dapat menyebabkan estimasi parameter menjadi tidak baik atau bias. Hasil perhitungan nilai VIF diberikan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Nilai VIF Masing-Masing Variabel Independen

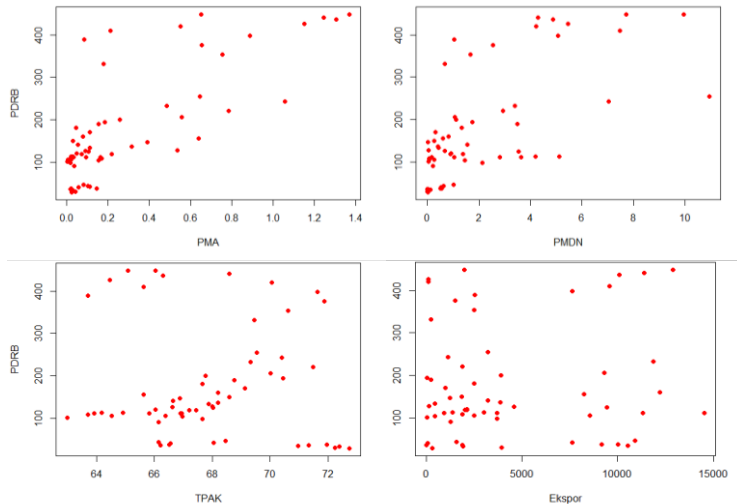
Variabel	Nilai VIF
PMA (X_1)	1,63
PMA (X_2)	1,70
TPAK (X_3)	1,11
Ekspor (X_4)	1,04
Kejadian Bencana (D)	1,09

Dari perhitungan nilai VIF pada Tabel 4.10 diperoleh bahwa nilai VIF untuk semua variabel independen lebih kecil dari 10 ($VIF < 10$). Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat variabel

independen yang memiliki korelasi yang tinggi dengan variabel independen lainnya yang berarti tidak terdapat kasus multikolinieritas. Dengan demikian, semua variabel independen diikutsertakan dalam analisis selanjutnya yaitu pada pembentukan model persamaan regresi spasial data panel.

3. *Scatterplot* Antar Variabel Dependen dengan Masing-Masing Variabel Independen

Hubungan antara variabel dependen yaitu PDRB atas dasar harga konstan dengan masing-masing variabel independen secara visual dapat dilihat dengan menggunakan *scatterplot* yang diberikan pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18 *Scatterplot* antara Variabel Dependen dengan Masing-Masing Variabel Independen (Kiri ke Kanan)

Berdasarkan *scatterplot* pada Gambar 4.18 secara visual terlihat bahwa terdapat hubungan yang positif antara PDRB atas dasar harga konstan (Y) dengan semua variabel independen. Hal ini menandakan bahwa PDRB atas dasar harga konstan Provinsi di Pulau Sumatera (Y) akan meningkat seiring kenaikan dari faktor

penanaman modal asing (X_1), penanaman modal dalam negeri (X_2), tingkat partisipasi angkatan kerja (X_3), dan Ekspor (X_4).

4. Autokorelasi Spasial Antar Wilayah

Autokorelasi spasial antar wilayah dilihat dengan menggunakan indeks *moran's I*. Jika indeks *moran's I* bernilai positif maka terdapat autokorelasi spasial yang positif, artinya nilai-nilai yang sama pada variabel dependen membentuk pola mengelompok antar wilayah yang berdekatan. Sebaliknya, jika indeks *moran's I* bernilai negatif maka terdapat autokorelasi spasial yang negatif, artinya nilai-nilai yang sama pada variabel dependen membentuk pola menyebar antar wilayah. Indeks *moran's I* dihitung menggunakan masing-masing pembobot *Queen Contiguity* dan *Customize*. Pembobot *Queen Contiguity* digunakan untuk melihat efek spasial wilayah yang berdekatan berdasarkan sisi dan sudut. Hasil perhitungan indeks *moran's I* untuk bobot *Queen Contiguity* diberikan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Indeks *Moran's I* dengan Pembobot *Queen Contiguity*

Tahun	I	P-Value	Pola
2010	-0,097	0,949	Menyebar
2011	-0,102	0,968	Menyebar
2012	-0,110	0,996	Menyebar
2013	-0,116	0,982	Menyebar
2014	-0,123	0,960	Menyebar
2015	-0,137	0,911	Menyebar

Dari hasil perhitungan indeks *Moran's I* tahun 2010-2015 dengan pembobot *Queen Contiguity* pada Tabel 4.11 diperoleh bahwa semua indeks *moran's I* bernilai negatif. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi autokorelasi spasial negatif antar wilayah pada tahun 2010-2015 antar Provinsi di Pulau Sumatera, artinya nilai-nilai pada variabel dependen yang sama membentuk pola menyebar antar Provinsi di Pulau Sumatera. Namun, jika dilihat dari nilai *P-Value moran's I* dengan taraf signifikansi $\alpha = 5\%$ diperoleh hasil bahwa autokorelasi spasial yang terjadi pada variabel dependen tidak signifikan. Hal ini mengindikasikan

bahwa dari tahun 2010 sampai tahun 2015, autokorelasi yang terjadi mungkin bukan pada variabel dependen namun pada nilai residual dari model spasial yang akan digunakan.

Selanjutnya, pembobot *Customize* digunakan untuk melihat efek spasial berdasarkan wilayah yang memiliki kesamaan karakteristik yaitu kepemilikan bandara internasional dan pelabuhan utama pada setiap wilayah. Hasil perhitungan uji *moran's I* untuk bobot *Customize* diberikan pada Tabel 4.12.

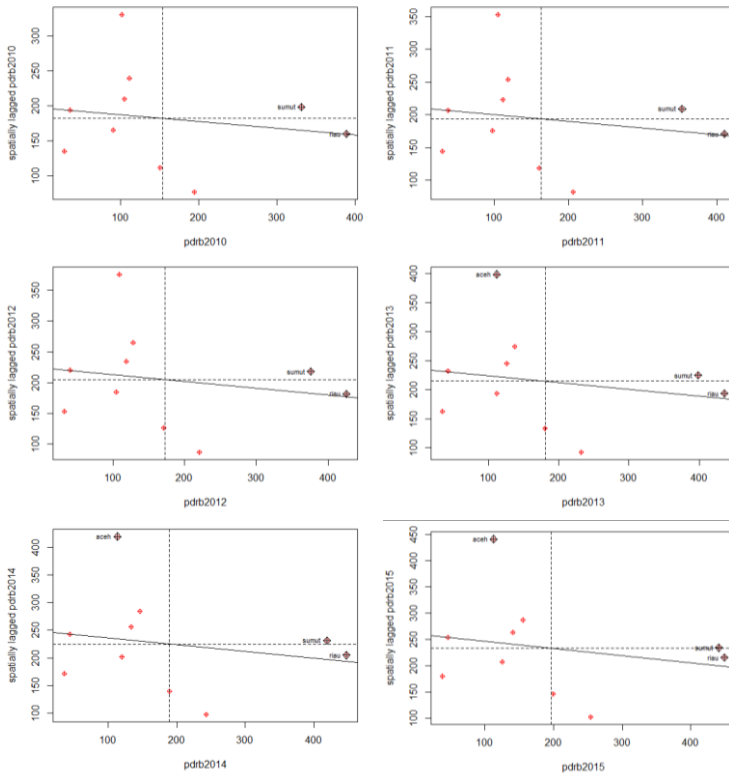
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Indeks *Moran's I* dengan Pembobot *Customize*

Tahun	I	P-Value	Pola
2010	0,232	0,047	Mengelompok
2011	0,229	0,049	Mengelompok
2012	0,233	0,049	Mengelompok
2013	0,237	0,048	Mengelompok
2014	0,236	0,049	Mengelompok
2015	0,242	0,046	Mengelompok

Dari hasil perhitungan indeks *moran's I* tahun 2010-2015 dengan pembobot *Customize* pada Tabel 4.12 diperoleh bahwa semua indeks *morans's I* bernilai positif. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi autokorelasi spasial positif antar wilayah pada tahun 2010-2015 antar Provinsi di Pulau Sumatera, artinya nilai-nilai pada variabel dependen yang sama membentuk pola mengelompok antar Provinsi di Pulau Sumatera. Selanjutnya, dilihat nilai *P-Value moran's I* dengan taraf signifikansi $\alpha = 5\%$ diperoleh hasil bahwa autokorelasi spasial yang terjadi pada variabel dependen tahun 2010-2015 signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa dari tahun 2010 sampai tahun 2015, PDRB suatu Provinsi di Pulau Sumatera berkaitan dengan PDRB dari Provinsi lainnya.

5. *Moran's Scatterplot*

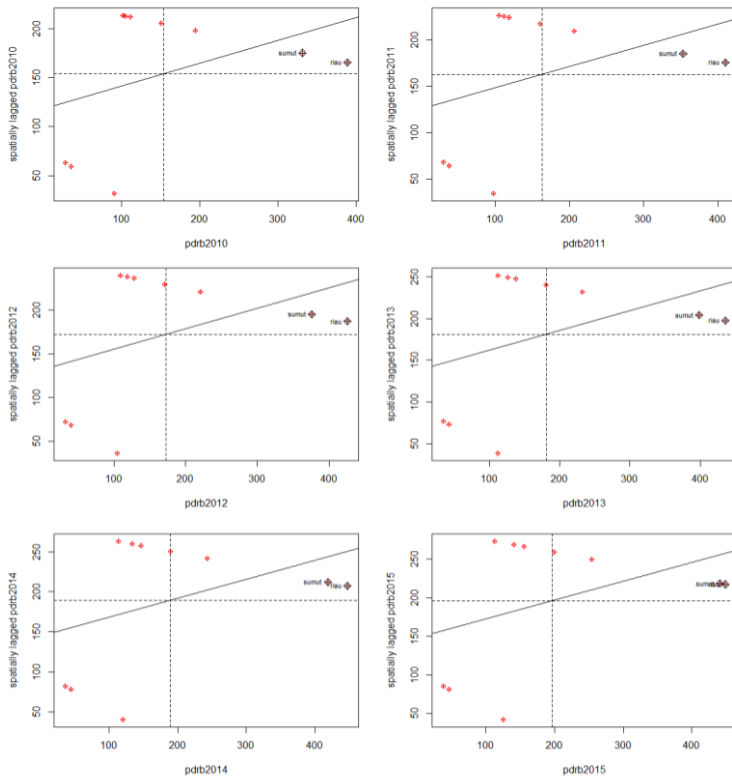
Autokorelasi spasial antar wilayah secara visual dapat dilihat menggunakan *moran's scatterplot*. Adapun *moran's scatterplot* dengan menggunakan pembobot *queen contiguity* diberikan pada Gambar 4.19.



Gambar 4.19 *Moran's Scatterplot* dengan Pembobot *Queen Contiguity* Tahun 2010-2015 (Kiri ke Kanan)

Berdasarkan *moran's scatterplot* dengan menggunakan matriks pembobot *queen contiguity* pada Gambar 4.19, secara visual terlihat bahwa sebagian besar nilai pengamatan berada pada kuadran II, III, dan IV. Hal ini menandakan terdapat autokorelasi spasial yang negatif antar wilayah yang diamati, artinya nilai-nilai pengamatan membentuk pola menyebar antar wilayah. Yang dimaksud dengan pola menyebar adalah wilayah yang memiliki nilai pengamatan rendah dikelilingi oleh wilayah yang memiliki nilai pengamatan yang tinggi dan sebaliknya.

Selanjutnya, *moran's scatterplot* dengan menggunakan pembobot *queen contiguity* diberikan pada Gambar 4.20.



Gambar 4.20 *Moran's Scatterplot* dengan Pembobot *Customize* Tahun 2010-2015 (Kiri ke Kanan)

Berdasarkan *moran's scatterplot* dengan menggunakan matriks pembobot *customize* pada Gambar 4.20, secara visual terlihat bahwa sebagian besar nilai pengamatan berada pada kuadran I, II, dan III. Hal ini menandakan terdapat autokorelasi spasial yang positif antar wilayah yang diamati, artinya nilai-nilai pengamatan membentuk pola mengelompok antar wilayah. Yang dimaksud dengan pola mengelompok adalah wilayah yang

memiliki nilai pengamatan rendah dikelilingi oleh wilayah yang juga memiliki nilai pengamatan yang rendah dan sebaliknya.

4.2 Analisis Regresi Spasial Data Panel pada Data Pertumbuhan Ekonomi dan Faktor-Faktor yang Diduga Mempengaruhinya

Analisis Regresi Spasial Data Panel yang dilakukan pada penelitian ini bertujuan untuk memodelkan pertumbuhan ekonomi provinsi di Pulau Sumatera dengan melibatkan pengaruh kejadian bencana alam yang terjadi di setiap provinsi. Berikut ini adalah tahapan analisis Regresi Spasial Data Panel yang dilakukan pada penelitian ini.

4.2.1 Uji Dependensi Spasial

Sebelum melakukan estimasi parameter model, maka tahap awal yang dilakukan adalah mendeteksi adanya dependensi spasial atau ketergantungan wilayah pada data. Pendeteksian yang dilakukan untuk mengetahui adanya efek dependensi spasial adalah dengan menggunakan uji *Lagrange Multiplier* (LM). Untuk mengetahui apakah terdapat efek dependensi spasial pada *lag* variabel dependen atau *error* model, serta adanya *random effect* secara bersama-sama dilakukan dengan menggunakan uji LM *Joint*l. Hasil pengujian dependensi spasial diberikan pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Hasil Pengujian Dependensi Spasial Menggunakan Uji *Lagrange Multiplier* (LM) dengan Pembobot *Queen Contiguity* Dan *Customize*

Pembobot	LM	P-Value
<i>Queen Contiguity</i>	37,2870	0,0000
<i>Customize</i>	37,2530	0,0000

Berdasarkan hasil pengujian dependensi spasial pada Tabel 4.13 dapat diketahui bahwa dengan bobot *queen contiguity* diperoleh bahwa uji LM *Joint* signifikan dengan $\alpha = 5\%$, artinya paling tidak terdapat salah satu efek spasial *lag* atau spasial *error*, serta adanya *random effect*. Selanjutnya, dengan bobot *customize*

diperoleh bahwa uji LM *Joint* signifikan dengan $\alpha = 5\%$, artinya paling tidak terdapat salah satu efek spasial *lag* atau spasial *error*, serta adanya *random effect*.

Dari pengujian dependensi spasial tersebut dapat disimpulkan bahwa, paling tidak terdapat salah satu efek spasial pada lag variabel dependen, *error* dari model, maupun terdapat *random effect*. Oleh karena, akan dibentuk semua model regresi spasial data panel yang mengandung efek spasial pada lag variabel dependen dan *error* dari model, baik itu model *pooled*, *fixed effect*, maupun *random effect* sehingga dari model-model yang dibentuk tersebut dapat dipilih model terbaik yang sesuai dengan data yang digunakan.

4.2.2 Estimasi Model Regresi Spasial Data Panel

Model yang digunakan pada analisis ini yaitu Model Spasial *Autoregressive* (SAR) dan Model Spasial *Error* (SEM) dengan menggunakan dua pembobot spasial yaitu *queen contiguity* dan *customize*. Model yang dihasilkan diharapkan memiliki efek variabel independen dan efek spasial yang positif dan signifikan sesuai dengan teori ekonomi yang digunakan. Hal ini ditandai dengan koefisien setiap variabel dan koefisien spasial yang bertanda positif. Selain itu, juga diharapkan efek kejadian bencana alam yang negatif dan signifikan yang ditandai dengan koefisien variabel *dummy* yang bernilai negatif. Apabila terjadi perbedaan tanda koefisien variabel pada model, maka variabel tersebut akan dihilangkan dari model karena tidak sesuai dengan teori ekonomi yang digunakan dan selanjutnya dibuat model yang baru tanpa variabel tersebut. Berikut ini adalah hasil estimasi model SAR dan SEM dengan menggunakan semua variabel independen beserta masing-masing pengujian signifikansi parameternya.

Tabel 4.14 Hasil Estimasi Parameter Model Spasial *Autoregressive* (SAR) dengan Menggunakan Semua Variabel dan Pembobot *Queen Contiguity*

Variabel	<i>Pooled</i>		<i>Fixed Effect</i>		<i>Random Effect</i>	
	Koefisien	P-Value	Koefisien	P-Value	Koefisien	P-Value
<i>Intercept</i>	404,4800	0,1459			227,2000	0,0190*
X ₁ (PMA)	204,9500	0,0000*	26,9920	0,0000*	28,0500	0,0000*
X ₂ (PMDN)	14,0819	0,0009*	2,6058	0,0000*	3,0440	0,0000*
X ₃ (TPAK)	-4,4255	0,3074	-3,0217	0,0073*	-2,3526	0,0711
X ₄ (Ekspor)	-0,0005	0,0003*	0,0003	0,1584	0,0003	0,2768
<i>Dummy</i>	-51,1680	0,0643	-11,0000	0,0015*	2,7355	0,4630
λ	-0,0597	0,4854	0,5432	0,0000*	0,5712	0,0000*
ϕ					263,4500	0,0472*
σ^2	5.387,5590		44,2498		16.057,1800	
R^2	0,6658		0,9973		0,3313	

*signifikan pada $\alpha = 5\%$

Tabel 4.15 Hasil Estimasi Parameter Model Spasial *Error* (SEM) dengan Menggunakan Semua Variabel dan Pembobot *Queen Contiguity*

Variabel	<i>Pooled</i>		<i>Fixed Effect</i>		<i>Random Effect</i>	
	Koefisien	P-Value	Koefisien	P-Value	Koefisien	P-Value
<i>Intercept</i>	415,4100	0,1337			202,4700	0,0376*
X ₁ (PMA)	203,9000	0,0000*	24,5307	0,0000*	23,6300	0,0000*
X ₂ (PMDN)	14,8220	0,0023*	2,4604	0,0000*	2,6203	0,0001*
X ₃ (TPAK)	-4,7530	0,2415	-1,1000	0,3489	-0,5961	0,6544
X ₄ (Ekspor)	-0,0005	0,8454	0,0004	0,2125	0,0003	0,4431
<i>Dummy</i>	-47,5540	0,1362	-9,8169	0,0046*	1,9772	0,6911
ρ	0,0445	0,7744	0,7252	0,0000*	0,7625	0,0000*
ϕ					216,1770	0,0464*
σ^2	5.404,3800		48,6519		13.761,5900	
R^2	0,6716		0,9923		0,1600	

*signifikan pada $\alpha = 5\%$

Hasil estimasi parameter model spasial data panel dengan menggunakan pembobot *queen contiguity* pada Tabel 4.14 diperoleh bahwa variabel yang berpengaruh signifikan pada model SAR *pooled* dengan $\alpha = 5\%$ adalah variabel X_1 (PMA), X_2 (PMDN), dan X_4 (Ekspor). Variabel *dummy* (kejadian bencana) tidak signifikan terhadap model, dan efek spasial yang diperoleh bernilai negatif dan tidak signifikan yang artinya model ini tidak sesuai dengan teori ekonomi yang diharapkan. Variabel yang berpengaruh signifikan pada model SAR *fixed effect* adalah variabel X_1 (PMA), X_2 (PMDN), X_3 (TPAK), dan variabel *dummy*. Efek spasial yang diperoleh bernilai positif dan signifikan terhadap model sesuai dengan teori ekonomi. Variabel yang berpengaruh signifikan pada model SAR *random effect* adalah variabel X_1 (PMA) dan X_2 (PMDN). Variabel *dummy* (kejadian bencana) tidak signifikan terhadap model dan bernilai positif yang berarti model ini tidak sesuai dengan teori ekonomi yang diharapkan meskipun nilai efek spasialnya positif dan signifikan.

Selanjutnya, pada Tabel 4.15 diperoleh bahwa variabel yang berpengaruh signifikan pada model SEM *pooled* dengan $\alpha = 5\%$ adalah variabel X_1 (PMA) dan X_2 (PMDN). Variabel *dummy* (kejadian bencana) tidak signifikan terhadap model, dan efek spasial yang diperoleh bernilai positif namun tidak signifikan yang artinya model ini tidak sesuai dengan teori ekonomi yang diharapkan. Variabel yang berpengaruh signifikan pada model SEM *fixed effect* adalah variabel X_1 (PMA), X_2 (PMDN), dan variabel *dummy*. Efek spasial yang diperoleh juga bernilai positif dan signifikan sesuai dengan teori ekonomi. Variabel yang berpengaruh signifikan pada model SEM *random effect* adalah variabel X_1 (PMA) dan X_2 (PMDN). Variabel *dummy* (kejadian bencana) tidak signifikan terhadap model dan bernilai positif yang berarti model ini tidak sesuai dengan teori ekonomi yang diharapkan meskipun nilai efek spasialnya positif dan signifikan.

Tabel 4.16 Hasil Estimasi Parameter Model Spasial *Autoregressive* (SAR) dengan Menggunakan Semua Variabel dan Pembobot *Customize*

Variabel	<i>Pooled</i>		<i>Fixed Effect</i>		<i>Random Effect</i>	
	Koefisien	P-Value	Koefisien	P-Value	Koefisien	P-Value
<i>Intercept</i>	496,0500	0,0464*			318,0600	0,0056*
X ₁ (PMA)	229,0300	0,0000*	29,8200	0,0000*	30,9380	0,0000*
X ₂ (PMDN)	13,9870	0,0013*	2,9044	0,0001*	3,4136	0,0000*
X ₃ (TPAK)	-4,9228	0,1773	-4,3827	0,0014*	-3,4584	0,0308*
X ₄ (Ekspor)	-0,0007	0,7462	0,0003	0,2355	0,0003	0,4164
<i>Dummy</i>	-49,4190	0,0784	-14,6590	0,0004*	4,8746	0,2878
λ	-0,4188	0,0004*	0,3697	0,0000*	0,4239	0,0000*
ϕ					157,5750	0,0480*
σ^2	4.318,7310		65,9074		14.576,7600	
R^2	0,3382		0,9960		0,1380	

*signifikan pada $\alpha = 5\%$

Tabel 4.17 Hasil Estimasi Parameter Model Spasial *Error* (SEM) dengan Menggunakan Semua Variabel dan Pembobot *Customize*

Variabel	<i>Pooled</i>		<i>Fixed Effect</i>		<i>Random Effect</i>	
	Koefisien	P-Value	Koefisien	P-Value	Koefisien	P-Value
<i>Intercept</i>	465,7600	0,0790			382,2200	0,0007*
X ₁ (PMA)	218,5800	0,0000*	31,9670	0,0000*	29,8580	0,0000*
X ₂ (PMDN)	15,6220	0,0011*	3,3133	0,0000*	3,1875	0,0003*
X ₃ (TPAK)	-5,5935	0,1498	-3,9714	0,0064*	-3,3105	0,0352*
X ₄ (Ekspor)	0,0000	0,9998*	0,0005	0,1200	0,0005	0,2313
<i>Dummy</i>	-59,7690	0,0547	-14,2420	0,0033*	6,3358	0,2044
ρ	0,1800	0,4960	0,3978	0,0009*	0,5696	0,0000*
ϕ					134,8549	0,0487*
σ^2	5.330,5220		79,6634		13.302,1400	
R^2	0,6662		0,9941		0,1897	

*signifikan pada $\alpha = 5\%$

Selanjutnya, hasil estimasi parameter model spasial data panel dengan menggunakan pembobot *customize* pada Tabel 4.16 diperoleh bahwa variabel yang berpengaruh signifikan pada model SAR *pooled* dengan $\alpha = 5\%$ adalah variabel X_1 (PMA) dan X_2 (PMDN). Variabel *dummy* (kejadian bencana) tidak signifikan terhadap model dan efek spasial yang diperoleh bernilai negatif dan tidak signifikan yang artinya model ini tidak sesuai dengan teori ekonomi yang diharapkan. Variabel yang berpengaruh signifikan pada model SAR *fixed effect* adalah variabel X_1 (PMA), X_2 (PMDN), X_3 (TPAK), dan variabel *dummy*. Efek spasial yang diperoleh bernilai positif dan signifikan sesuai dengan teori ekonomi. Variabel yang berpengaruh signifikan pada model SAR *random effect* adalah variabel X_1 (PMA), X_2 (PMDN), dan X_3 (TPAK). Variabel *dummy* (kejadian bencana) tidak signifikan terhadap model dan bernilai positif yang berarti model ini tidak sesuai dengan teori ekonomi yang diharapkan meskipun nilai efek spasialnya positif dan signifikan.

Selanjutnya, pada Tabel 4.15 variabel yang berpengaruh signifikan pada model SEM *pooled* dengan $\alpha = 5\%$ adalah variabel X_1 (PMA), X_2 (PMDN), dan X_4 (Ekspor). Variabel *dummy* (kejadian bencana) tidak signifikan terhadap model dan efek spasial yang diperoleh bernilai negatif dan tidak signifikan yang artinya model ini tidak sesuai dengan teori ekonomi yang diharapkan. Variabel yang berpengaruh signifikan pada model SEM *fixed effect* adalah variabel X_1 (PMA), X_2 (PMDN), X_3 (TPAK), dan variabel *dummy*. Efek spasial yang diperoleh bernilai positif dan signifikan sesuai dengan teori ekonomi. Variabel yang berpengaruh signifikan pada model SEM *random effect* adalah variabel X_1 (PMA), X_2 (PMDN), dan X_3 (TPAK). Variabel *dummy* (kejadian bencana) tidak signifikan terhadap model dan bernilai positif yang berarti model ini tidak sesuai dengan teori ekonomi yang diharapkan meskipun nilai efek spasialnya positif dan signifikan.

4.2.3 Estimasi Model dengan Menghilangkan Variabel yang Tidak Sesuai dengan Teori Ekonomi

Seperti yang telah diketahui, model yang digunakan pada analisis ini yaitu Model Spasial *Autoregressive* (SAR) dan Model Spasial *Error* (SEM) dengan menggunakan dua pembobot spasial yaitu *queen contiguity* dan *customize*. Model SAR digunakan untuk menganalisis apakah pertumbuhan ekonomi pada suatu provinsi di Pulau Sumatera berkaitan dengan provinsi lainnya, sedangkan model SEM digunakan untuk menganalisis apakah *error* model pertumbuhan ekonomi pada suatu provinsi di Pulau Sumatera berkaitan dengan provinsi lainnya.

Model yang dihasilkan diharapkan memiliki efek variabel independen dan efek spasial yang positif dan signifikan sesuai dengan teori ekonomi yang digunakan. Pada pembahasan sebelumnya diperoleh variabel yang tidak sesuai dengan teori ekonomi yang digunakan. Variabel yang tidak sesuai dengan teori ekonomi tersebut adalah variabel Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja atau TPAK (X_3). Variabel TPAK tersebut diharapkan memberikan efek positif terhadap pertumbuhan ekonomi, namun pada penelitian ini variabel tersebut memberikan efek negatif terhadap pertumbuhan ekonomi. Koefisien variabel TPAK bernilai negatif dikarenakan setiap provinsi di Pulau Sumatera memiliki TPAK yang cenderung rendah dan relatif menurun dari tahun ke tahun. Penyebabnya karena di kota-kota di Pulau Sumatera Tingkat Partisipasi Sekolah Penduduk Usia Kerja tinggi sehingga banyak yang belum bisa terjun ke dunia kerja, namun setelah mencapai usia kerja, penduduk tersebut malah lebih banyak merantau ke kota yang lebih besar seperti yang ada di Pulau Jawa, hal ini diduga mengakibatkan TPAK yang semakin menurun setiap tahunnya.

Oleh karena itu variabel TPAK (X_3) dihilangkan dari model dan kemudian dibentuk model yang baru tanpa variabel tersebut. Berikut ini adalah hasil estimasi model SAR dan SEM dengan menghilangkan variabel TPAK beserta masing-masing pengujian signifikansi parameternya.

Tabel 4.18 Hasil Estimasi Parameter Model Spasial *Autoregressive* (SAR) dengan Menghilangkan Variabel TPAK (X_3) dan Menggunakan Pembobot *Queen Contiguity*

Variabel	<i>Pooled</i>		<i>Fixed Effect</i>		<i>Random Effect</i>	
	Koefisien	P-Value	Koefisien	P-Value	Koefisien	P-Value
<i>Intercept</i>	107,0500	0,0000*			65,0040	0,1095
X_1 (PMA)	199,0300	0,0000*	26,2863	0,0000*	27,4920	0,0000*
X_2 (PMDN)	14,9830	0,0019*	2,3369	0,0001*	2,8069	0,0000*
X_4 (Ekspor)	-0,0005	0,8388	0,0003	0,2060	0,0003	0,3138
<i>Dummy</i>	-45,2690	0,0643	-9,2759	0,0101*	3,5781	0,3456
λ	-0,0812	0,5055	0,5752	0,0000*	0,5917	0,0000*
ϕ					259,5100	0,0483*
σ^2	5.485,2560		44,6108		16.510,5200	
R^2	0,6534		0,9971		0,3780	

*signifikan pada $\alpha = 5\%$

Tabel 4.19 Hasil Estimasi Parameter Model Spasial *Error* (SEM) dengan Menghilangkan Variabel TPAK (X_3) dan Menggunakan Pembobot *Queen Contiguity*

Variabel	<i>Pooled</i>		<i>Fixed Effect</i>		<i>Random Effect</i>	
	Koefisien	P-Value	Koefisien	P-Value	Koefisien	P-Value
<i>Intercept</i>	91,5940	0,0000*			162,2900	0,0000*
X_1 (PMA)	197,7600	0,0000*	24,4117	0,0000*	23,5710	0,0000*
X_2 (PMDN)	15,9480	0,0009*	2,3459	0,0000*	2,5400	0,0001*
X_4 (Ekspor)	-0,0005	0,8445	0,0004	0,2447	0,0003	0,4724
<i>Dummy</i>	-38,9640	0,2146	-9,3006	0,0069*	2,3268	0,6372
ρ	0,0412	0,7940	0,7415	0,0000*	0,7696	0,0000*
ϕ					217,8947	0,0477*
σ^2	5.528,4070		48,5855		13.809,9500	
R^2	0,6642		0,9919		0,1569	

*signifikan pada $\alpha = 5\%$

Hasil estimasi parameter model spasial data panel dengan menghilangkan variabel TPAK (X_3) dan menggunakan pembobot *queen contiguity* pada Tabel 4.18 diperoleh estimasi parameter model Spasial *Autoregressive* (SAR) dengan menghilangkan variabel TPAK (X_3) dengan *common effect* (*pooled*), *fixed effect*, dan *random effect*. Pada model SAR *Pooled* diperoleh nilai R^2 sebesar 65,34%. Variabel yang berpengaruh signifikan pada model ini dengan $\alpha = 5\%$ adalah variabel X_1 (PMA) dan X_2 (PMDN), sedangkan variabel lainnya yaitu X_4 (Ekspor), dan variabel *dummy* (kejadian bencana) tidak signifikan terhadap model. Namun pada model ini, efek spasial yang diperoleh bernilai negatif dan tidak signifikan yang artinya model ini tidak sesuai dengan teori ekonomi yang diharapkan. Hal ini juga berarti model ini tidak memenuhi kriteria untuk pemilihan model terbaik pada tahap berikutnya.

Pada model SAR *Fixed Effect* diperoleh nilai R^2 sebesar 99,71%. Variabel yang berpengaruh signifikan pada model ini adalah variabel X_1 (PMA), X_2 (PMDN), dan variabel *dummy*, sedangkan variabel lainnya yaitu X_4 (Ekspor) tidak signifikan terhadap model. Efek spasial yang diperoleh juga bernilai positif dan signifikan. Hal ini berarti model ini memenuhi kriteria untuk pemilihan model terbaik karena nilai R^2 yang dihasilkan juga tinggi.

Pada model SAR *Random Effect* diperoleh nilai R^2 sebesar 37,80%. Variabel yang berpengaruh signifikan pada model adalah variabel X_1 (PMA) dan X_2 (PMDN), sedangkan variabel lainnya yaitu X_4 (Ekspor) dan variabel *dummy* (kejadian bencana) tidak signifikan terhadap model. Variabel *dummy* yang diperoleh juga bernilai positif yang berarti model ini tidak sesuai dengan teori ekonomi yang diharapkan meskipun nilai efek spasialnya positif dan signifikan. Selain model yang diperoleh tidak sesuai dengan teori ekonomi, nilai R^2 yang kecil juga menjadikan model ini tidak memenuhi kriteria untuk pemilihan model terbaik.

Selanjutnya, pada Tabel 4.19 diperoleh estimasi parameter model Spasial *Error* (SEM) dengan menghilangkan variabel

TPAK (X_3) dengan *common effect (pooled)*, *fixed effect*, dan *random effect*. Pada model SEM *Pooled* diperoleh nilai R^2 sebesar 66,42%. Variabel yang berpengaruh signifikan pada model ini dengan $\alpha = 5\%$ adalah variabel X_1 (PMA) dan X_2 (PMDN), sedangkan variabel lainnya yaitu X_4 (Ekspor) dan variabel *dummy* (kejadian bencana) tidak signifikan terhadap model. Efek spasial yang diperoleh bernilai positif namun tidak signifikan yang artinya model ini tidak sesuai dengan teori ekonomi yang diharapkan. Hal ini juga berarti model ini tidak memenuhi kriteria untuk pemilihan model terbaik pada tahap berikutnya.

Pada model SEM *Fixed Effect* diperoleh nilai R^2 sebesar 99,19%. Variabel yang berpengaruh signifikan pada model ini adalah variabel X_1 (PMA), X_2 (PMDN), dan variabel *dummy*, sedangkan variabel lainnya yaitu X_4 (Ekspor) tidak signifikan terhadap model.. Efek spasial yang diperoleh juga bernilai positif dan signifikan. Hal ini berarti model ini memenuhi kriteria untuk pemilihan model terbaik karena nilai R^2 yang dihasilkan juga tinggi.

Pada model SEM *Random Effect* diperoleh nilai R^2 sebesar 15,69%. Variabel yang berpengaruh signifikan pada model adalah variabel X_1 (PMA) dan X_2 (PMDN), sedangkan variabel lainnya yaitu X_4 (Ekspor) dan variabel *dummy* (kejadian bencana) tidak signifikan terhadap model. Variabel *dummy* yang diperoleh juga bernilai positif yang berarti model ini tidak sesuai dengan teori ekonomi yang diharapkan meskipun nilai efek spasialnya positif dan signifikan. Selain model yang diperoleh tidak sesuai dengan teori ekonomi, nilai R^2 yang kecil juga menjadikan model ini tidak memenuhi kriteria untuk pemilihan model terbaik. Jadi, dari hasil yang telah dipaparkan tersebut diperoleh bahwa dengan pembobot *queen contiguity*, model yang memenuhi kriteria untuk pemilihan model terbaik pada tahap berikutnya adalah model SAR dengan *fixed effect* dan SEM dengan *fixed effect*.

Tabel 4.20 Hasil Estimasi Parameter Model Spasial *Autoregressive* (SAR) dengan Menghilangkan Variabel TPAK (X_3) dan Menggunakan Pembobot *Customize*

Variabel	<i>Pooled</i>		<i>Fixed Effect</i>		<i>Random Effect</i>	
	Koefisien	P-Value	Koefisien	P-Value	Koefisien	P-Value
<i>Intercept</i>	159,9900	0,0000*			82,4980	0,0317*
X_1 (PMA)	222,1900	0,0000*	29,4210	0,0000*	30,5300	0,0000*
X_2 (PMDN)	15,1780	0,0005*	2,6071	0,0006*	3,1297	0,0001*
X_4 (Ekspor)	-0,0007	0,7501	0,0003	0,3021	0,0002	0,4673
<i>Dummy</i>	-40,5560	0,1435	-12,5930	0,0043*	5,9626	0,2104
λ	-0,4145	0,0006*	0,3820	0,0000*	0,4338	0,0001*
ϕ					146,9900	0,0479*
σ^2	4.453,2120		76,8180		14.772,4400	
R^2	0,3377		0,9953		0,1624	

*signifikan pada $\alpha = 5\%$

Tabel 4.21 Hasil Estimasi Parameter Model Spasial *Error* (SEM) dengan Menghilangkan Variabel TPAK (X_3) dan Menggunakan Pembobot *Customize*

Variabel	<i>Pooled</i>		<i>Fixed Effect</i>		<i>Random Effect</i>	
	Koefisien	P-Value	Koefisien	P-Value	Koefisien	P-Value
<i>Intercept</i>	90,9520	0,0000*			158,6800	0,0000*
X_1 (PMA)	200,5200	0,0000*	32,3010	0,0000*	30,8050	0,0000*
X_2 (PMDN)	15,7750	0,0011*	2,6308	0,0012*	2,6231	0,0029*
X_4 (Ekspor)	-0,0004	0,8561	0,0005	0,1486	0,0005	0,2630
<i>Dummy</i>	-39,2330	0,2045	-12,7470	0,0125*	6,7347	0,1953
ρ	0,0254	0,9232	0,4430	0,0001*	0,5701	0,0000*
ϕ					125,3552	0,0494*
σ^2	5.535,7910		88,0388		13.440,7100	
R^2	0,6642		0,9931		0,1809	

*signifikan pada $\alpha = 5\%$

Pada tahap selanjutnya, hasil estimasi parameter model spasial data panel dengan menghilangkan variabel TPAK (X_3) dan menggunakan pembobot *customize* pada Tabel 4.20 diperoleh estimasi parameter model Spasial *Autoregressive* (SAR) dengan menghilangkan variabel TPAK (X_3) dengan *common effect* (*pooled*), *fixed effect*, dan *random effect*. Pada model SAR *Pooled* diperoleh nilai R^2 sebesar 33,77%. Variabel yang berpengaruh signifikan pada model ini dengan $\alpha = 5\%$ adalah variabel X_1 (PMA) dan X_2 (PMDN), sedangkan variabel lainnya yaitu X_4 (Ekspor) dan variabel *dummy* (kejadian bencana) tidak signifikan terhadap model. Namun pada model ini, efek spasial yang diperoleh bernilai negatif dan signifikan yang artinya model ini tidak sesuai dengan teori ekonomi yang diharapkan. Hal ini juga berarti model ini tidak memenuhi kriteria untuk pemilihan model terbaik pada tahap berikutnya.

Pada model SAR *Fixed Effect* diperoleh nilai R^2 sebesar 99,53%. Variabel yang berpengaruh signifikan pada model ini adalah variabel X_1 (PMA), X_2 (PMDN), dan variabel *dummy*, sedangkan variabel lainnya yaitu X_4 (Ekspor) tidak signifikan terhadap model. Efek spasial yang diperoleh juga bernilai positif dan signifikan. Hal ini berarti model ini memenuhi kriteria untuk pemilihan model terbaik karena nilai R^2 yang dihasilkan juga tinggi.

Pada model SAR *Random Effect* diperoleh nilai R^2 sebesar 16,24%. Variabel yang berpengaruh signifikan pada model adalah variabel X_1 (PMA) dan X_2 (PMDN), sedangkan variabel lainnya yaitu X_4 (Ekspor) dan variabel *dummy* (kejadian bencana) tidak signifikan terhadap model. Variabel *dummy* yang diperoleh bernilai positif yang berarti model ini tidak sesuai dengan teori ekonomi yang diharapkan meskipun nilai efek spasialnya positif dan signifikan. Selain model yang diperoleh tidak sesuai dengan teori ekonomi, nilai R^2 yang kecil juga menjadikan model ini tidak memenuhi kriteria untuk pemilihan model terbaik.

Selanjutnya, pada Tabel 4.21 diperoleh estimasi parameter model Spasial *Error* (SEM) dengan menghilangkan variabel

TPAK (X_3) dengan *common effect (pooled)*, *fixed effect*, dan *random effect*. Pada model SEM *Pooled* diperoleh nilai R^2 sebesar 66,42%. Variabel yang berpengaruh signifikan pada model ini dengan $\alpha = 5\%$ adalah variabel X_1 (PMA) dan X_2 (PMDN), sedangkan variabel lainnya yaitu X_4 (Ekspor) dan variabel *dummy* (kejadian bencana) tidak signifikan terhadap model. Efek spasial yang diperoleh juga bernilai positif namun tidak signifikan. Hal ini juga berarti model ini tidak memenuhi kriteria untuk pemilihan model terbaik pada tahap berikutnya.

Pada model SEM *Fixed Effect* diperoleh nilai R^2 sebesar 99,31%. Variabel yang berpengaruh signifikan pada model ini adalah variabel X_1 (PMA), X_2 (PMDN), dan variabel *dummy*, sedangkan variabel lainnya yaitu X_4 (Ekspor) tidak signifikan terhadap model. Efek spasial yang diperoleh juga bernilai positif dan signifikan. Hal ini berarti model ini memenuhi kriteria untuk pemilihan model terbaik karena nilai R^2 yang dihasilkan juga tinggi.

Pada model SEM *Random Effect* diperoleh nilai R^2 sebesar 18,09%. Variabel yang berpengaruh signifikan pada model adalah variabel X_1 (PMA) dan X_2 (PMDN), sedangkan variabel lainnya yaitu X_4 (Ekspor) dan variabel *dummy* (kejadian bencana) tidak signifikan terhadap model. Variabel *dummy* yang diperoleh bernilai positif yang berarti model ini tidak sesuai dengan teori ekonomi yang diharapkan meskipun nilai efek spasialnya positif dan signifikan. Selain model yang diperoleh tidak sesuai dengan teori ekonomi, nilai R^2 yang kecil juga menjadikan model ini tidak memenuhi kriteria untuk pemilihan model terbaik. Jadi, dari hasil yang telah dipaparkan tersebut diperoleh bahwa dengan pembobot *customize*, model yang memenuhi kriteria untuk pemilihan model terbaik pada tahap berikutnya adalah model SAR dengan *fixed effect* dan SEM dengan *fixed effect*.

4.2.4 Pengujian Kesesuaian Model

Pengujian kesesuaian model dilakukan dengan menggunakan uji Spasial Hausman yang bertujuan untuk membandingkan *fixed effect* dan *random effect* pada model SAR

dan SEM. Pengujian ini dilakukan berdasarkan pada asumsi apakah *random effect* sesuai dengan data yang digunakan atau tidak. Jika tidak sesuai, maka model *random effect* dikatakan inkonsisten atau tidak sesuai dan diputuskan cukup digunakan hingga model *fixed effect* saja. Adapun uji Spasial Hausman diberikan pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22 Hasil Uji Spasial Hausman Model SAR dan SEM dengan Pembobot *Queen Contiguity* dan *Customize*

Pembobot	Model Spasial	Chi-Square	P-Value
<i>Queen</i>	SAR	138,2500	0,0000
<i>Contiguity</i>	SEM	114,2800	0,0000
<i>Costumize</i>	SAR	94,1150	0,0000
	SEM	22,4430	0,0002

Berdasarkan hasil pengujian Spasial Hausman pada Tabel 4.22 dapat diketahui bahwa semua pengujian pada model SAR dan SEM dengan bobot *queen contiguity* dan *customize* signifikan dengan $\alpha = 5\%$, artinya *random effect* pada model tidak sesuai yang mengakibatkan model SAR ataupun SEM dengan *random effect* tidak cocok digunakan. Hal ini juga dibuktikan oleh rendahnya nilai R^2 dan jumlah variabel signifikan yang lebih sedikit pada model SAR dan SEM *random effect*. Oleh karena itu, dari hasil pengujian tersebut diputuskan bahwa model yang digunakan adalah cukup hingga model SAR dan SEM *fixed effect* saja. Hal ini juga didukung oleh nilai R^2 yang cukup tinggi pada model SAR dan SEM *pooled* dan *fixed effect*.

4.2.5 Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan model terbaik dilakukan dengan menggunakan kriteria R^2 , jumlah variabel yang signifikan dalam model, dan tanda variabel yang sesuai dengan teori ekonomi yang ada. Berdasarkan langkah-langkah yang telah dilakukan sebelumnya, diperoleh 4 model yang memenuhi kriteria teori ekonomi dan uji-uji yang telah dilakukan untuk pemilihan model terbaik. Model-model tersebut diberikan pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23 Perbandingan Model Terbaik antara Model Spasial *Autoregressive* (SAR) dan Spasial *Error* (SEM) dengan Pembobot *Queen Contiguity* dan *Customize*

Variabel	Bobot <i>Queen Contiguity</i>				Bobot <i>Customize</i>			
	<i>SAR Fixed Effect</i>		<i>SEM Fixed Effect</i>		<i>SAR Fixed Effect</i>		<i>SEM Fixed Effect</i>	
	Koefisien	P-Value	Koefisien	P-Value	Koefisien	P-Value	Koefisien	P-Value
X ₁ (PMA)	26,2863	0,0000*	24,4117	0,0000*	29,4210	0,0000*	32,3010	0,0000*
X ₂ (PMDN)	2,3369	0,0001*	2,3459	0,0000*	2,6071	0,0006*	2,6308	0,0012*
X ₄ (Ekspor)	0,0003	0,2060	0,0004	0,2447	0,0003	0,3021	0,0005	0,1486
<i>Dummy</i>	-9,2759	0,0101*	-9,3006	0,0069*	-12,5930	0,0043*	-12,7470	0,0125*
λ	0,5752	0,0000*			0,3820	0,0000*		
ρ			0,7415	0,0000*			0,4430	0,0001*
σ^2	44,6108		48,5855		76,8180		88,0388	
R^2	0,9971		0,9919		0,9953		0,9931	

*signifikan pada $\alpha = 5\%$

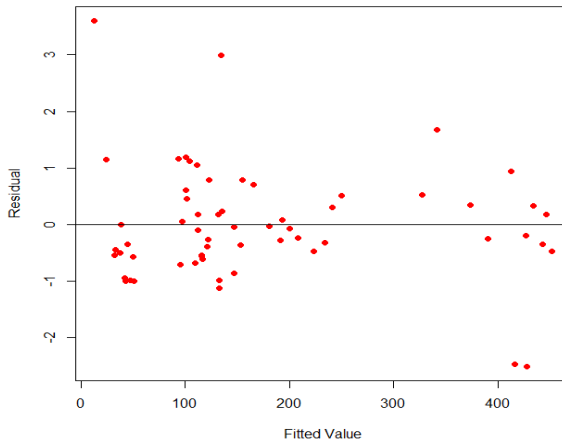
Berdasarkan Tabel 4.23 dapat diketahui model-model yang memenuhi kriteria pemilihan model terbaik dari model SAR dan model SEM dengan menggunakan pembobot *queen contiguity* maupun pembobot *customize*. Model-model yang memenuhi kriteria pemilihan model terbaik tersebut semuanya merupakan model *fixed effect*, baik itu SAR maupun SEM. Adapun model terbaik yang dipilih dari model-model tersebut adalah model SAR *Fixed Effect* dengan pembobot *queen contiguity*. Model ini dipilih dikarenakan memiliki nilai R^2 yang paling tinggi dibandingkan model lainnya, serta jumlah variabel yang signifikan dan efek spasial yang sesuai dengan teori ekonomi sama dengan model lainnya.

4.2.6 Pengujian Asumsi Residual

Dari model terbaik yang diperoleh pada pembahasan sebelumnya, akan dilakukan pengujian asumsi terhadap residual dari model terbaik yang diperoleh untuk melihat apakah residual bersifat identik, independen dan berdistribusi normal. Berikut adalah tahapan dari pengujian asumsi residual

1. Asumsi Residual Identik atau Kehomogenan Varians

Pengujian asumsi residual identik dilakukan dengan menggunakan uji kesamaan varians dan plot antara residual dengan nilai dugaan dari model. Uji kesamaan varians dilakukan pada residual yang telah distandarisasi, residual tersebut dibagi menjadi 2 kelompok dan dibandingkan variansnya antara 2 kelompok tersebut. Hasil pengujian asumsi identik pada residual dengan uji kesamaan varians diperoleh nilai statistik uji $F = 0,5938$ dan nilai $P\text{-Value} = 0,1664$. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa pengujian tidak signifikan dengan $\alpha = 5\%$, artinya residual antara 2 kelompok yang telah dibagi tersebut sama yang artinya varians homogen dan asumsi identik terpenuhi. Secara visual, asumsi residual identik juga dapat dilihat menggunakan plot antara residual dengan nilai dugaan dari model yang diberikan pada Gambar 4.21.



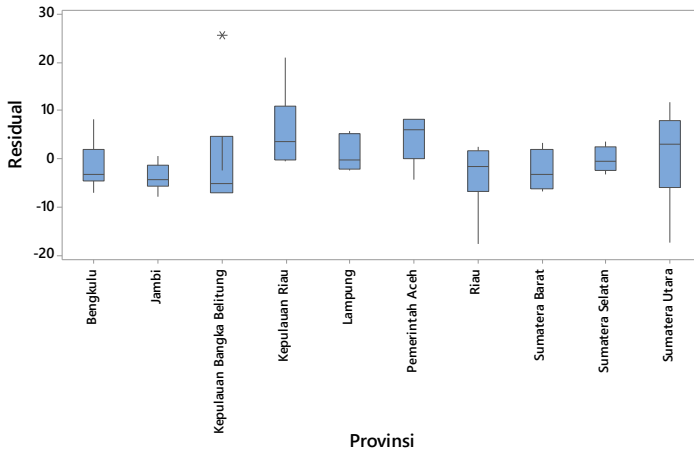
Gambar 4.21 Plot antara Residual dari Model dengan Nilai Dugaan (*Fitted Value*)

Berdasarkan plot antara nilai residual dengan nilai dugaan (*fitted value*) pada Gambar 4.21, dapat dilihat bahwa titik-titik pengamatan menyebar secara acak disekitar nilai 0 dan tidak membentuk pola tertentu yang mengindikasikan terjadinya kasus heteroskedastisitas. Hal berarti varians residual dari model telah homogen dan dapat disimpulkan asumsi residual identik telah terpenuhi.

2. Asumsi Residual Independen atau Tidak Mengandung Autokorelasi

Pengujian asumsi residual independen dilakukan dengan menggunakan uji Durbin Watson dan boxplot dari unit pengamatan *cross section*. Hasil pengujian asumsi independen pada residual dengan uji Durbin Watson diperoleh nilai statistik uji $DW = 0,4627$ dan nilai $P\text{-Value} = 0,0000$. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa pengujian signifikan dengan $\alpha = 5\%$, artinya residual saling berkorelasi dengan yang lain atau terdapat autokorelasi pada residual yang artinya asumsi independen tidak terpenuhi. Secara visual, asumsi residual identik juga dapat dilihat

menggunakan boxplot dari unit pengamatan *cross section* yang diberikan pada Gambar 4.22.



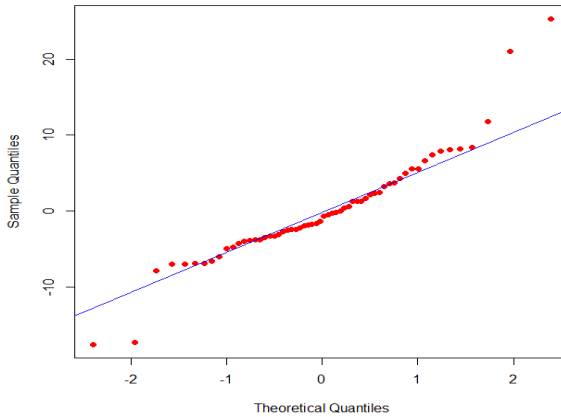
Gambar 4.22 Boxplot Residual Unit Pengamatan *Cross Section* dari Data

Berdasarkan boxplot dari unit pengamatan *cross section* pada Gambar 4.22, dapat dilihat bahwa panjang kotak pada boxplot untuk setiap pengamatan tidak seragam atau berbeda-beda dan juga boxplot menyebar secara acak yang mengindikasikan secara visual residual masih mengandung autokorelasi antar unit pengamatan *cross section* atau antar wilayah. Hal berarti suatu residual pengamatan tertentu dari model masih bergantung dengan residual dari pengamatan lainnya dan dapat disimpulkan asumsi residual independen belum terpenuhi.

3. Asumsi Residual Berdistribusi Normal

Pengujian asumsi residual berdistribusi normal dilakukan dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov dan normal *probability* plot residual dari model. Hasil pengujian asumsi distribusi normal pada residual dengan uji Kolmogorov-Smirnov diperoleh nilai statistik uji $D = 0,1078$ dan nilai $P\text{-Value} = 0,0801$. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa pengujian tidak signifikan dengan $\alpha = 5\%$, artinya residual mengikuti distribusi

normal. Secara visual, asumsi residual berdistribusi normal juga dapat dilihat menggunakan normal *probability* plot yang diberikan pada Gambar 4.23.



Gambar 4.23 *Normal Probability Plot* dari Residual

Berdasarkan normal *probability* plot dari residual pada Gambar 4.23, dapat dilihat bahwa titik-titik pengamatan menyebar di sekitar garis normal. Hal ini berarti residual dari model telah mengikuti distribusi normal dan dapat disimpulkan bahwa asumsi residual berdistribusi normal telah terpenuhi.

4.2.7 Interpretasi Model

Tahapan terakhir dari analisis regresi spasial data panel pada penelitian adalah interpretasi model terbaik yang diperoleh. Model terbaik yang diperoleh adalah model SAR *fixed effect* dengan pembobot *queen contiguity*. Berikut ini diberikan lagi estimasi parameter dari model terbaik yang diperoleh pada Tabel 4.24.

Tabel 4.24 Model Terbaik yang Diperoleh Yaitu Model SAR dengan Pembobot *Queen Contiguity*

Variabel	SAR Fixed Effect	
	Koefisien	P-Value
X_1 (PMA)	26,2863	0,0000
X_2 (PMDN)	2,3369	0,0001
X_4 (Ekspor)	0,0003	0,2060
<i>Dummy</i>	-9,2759	0,0101
λ	0,5752	0,0000
σ^2		44,6108
R^2		0,9971

Nilai spasial *fixed effect* dari model SAR tersebut diberikan pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25 Nilai Spasial *Fixed Effect* dari Model SAR

Parameter	SAR Fixed Effect	
	Koefisien	P-Value
<i>Intercept</i>	70,3681	0,0000
μ_1	11,6035	0,0023
μ_2	-82,5292	0,0000
μ_3	-141,2018	0,0000
μ_4	-52,9825	0,0000
μ_5	-79,2716	0,0000
μ_6	-32,3716	0,0000
μ_7	252,2257	0,0000
μ_8	-124,0219	0,0000
μ_9	25,6507	0,0000
μ_{10}	222,8986	0,0000

Selanjutnya, model SAR yang diperoleh tersebut dapat ditulis dalam bentuk persamaan yaitu sebagai berikut :

$$\hat{Y}_{it} = 0,5752 \sum_{j=1}^{10} w_{ij} Y_{jt} + \mu_i + 26,2863 X_1 + 2,3369 X_2 + 0,0003 X_4 - 9,2759 D$$

Berdasarkan model yang diperoleh tersebut dapat diketahui bahwa pada tahun t , meningkatnya penanaman modal asing (X_1) pada suatu provinsi sebesar US\$ 1 Miliar akan mengakibatkan peningkatan PDRB provinsi tersebut sebesar Rp. 26,2863 Triliun. Bertambahnya penanaman modal dalam negeri (X_2) pada suatu

provinsi sebesar Rp. 1 Triliun akan mengakibatkan peningkatan PDRB provinsi tersebut sebesar Rp. 2,3369 Triliun. Bertambahnya nilai ekspor suatu provinsi sebesar US\$ 1 Miliar, maka akan mengakibatkan peningkatan PDRB provinsi tersebut sebesar Rp. 0,0003 Triliun. Terjadinya bencana alam skala daerah atau skala nasional di suatu provinsi pada tahun t akan menurunkan PDRB provinsi tersebut sebesar Rp. 9,2759 Triliun pada tahun tersebut. Nilai koefisien spasial sebesar 0,5752 artinya PDRB suatu provinsi dipengaruhi oleh besarnya PDRB provinsi lain yang berdekatan sebesar Rp. 0,5752 Triliun.

Model yang mewakili salah satu provinsi di Pulau Sumatera dengan menggunakan Provinsi Sumatera Utara yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\hat{Y}_{(SUMUT)ke-t} = & 0,5752Y_{(ACEH)ke-t} + 0,5752Y_{(SUMBAR)ke-t} + 0,5752Y_{(RIAU)ke-t} \\ & -12,1611 + 26,2863X_{1(SUMUT)ke-t} + 2,3369X_{2(SUMUT)ke-t} \\ & +0,0003X_{4(SUMUT)ke-t} -9,2759D_{(SUMUT)ke-t}\end{aligned}$$

Berdasarkan model dari Provinsi Sumatera Utara tersebut dapat diketahui bahwa pada suatu tahun tertentu, bertambahnya penanaman modal asing (X_1) di Sumatera Utara sebesar USD\$ 1 Miliar akan mengakibatkan bertambahnya PDRB di Sumatera Utara sebesar Rp. 26,2863 Triliun. Bertambahnya nilai ekspor (X_2) di Sumatera Utara sebesar Rp. 1 Triliun akan mengakibatkan bertambahnya PDRB di Sumatera Utara sebesar Rp. 2,3369 Triliun. Bertambahnya nilai ekspor (X_4) di Sumatera Utara sebesar USD\$ 1 Miliar akan mengakibatkan bertambahnya PDRB di Sumatera Utara sebesar Rp. 0,0003 Triliun. Terjadinya bencana alam skala daerah atau skala nasional di Sumatera Utara pada suatu tahun tertentu akan menurunkan PDRB di Sumatera Utara sebesar Rp. 21,4370 Triliun pada tahun tersebut.

Selain itu, nilai koefisien spasial sebesar 0,5752 artinya PDRB suatu Provinsi Sumatera Utara dipengaruhi oleh besarnya PDRB provinsi lain yang berdekatan sebesar Rp. 0,5752 Triliun. Dalam hal ini, PDRB dari Provinsi Sumatera Utara dipengaruhi oleh PDRB dari Provinsi Aceh, Sumatera Barat, dan Riau. Artinya,

apabila PDRB di Provinsi Aceh, Sumatera Barat, dan Riau bertambah sebesar Rp. 1 Triliun, maka PDRB Sumatera Utara akan bertambah sebesar Rp. 0,5752 Triliun.

(Halaman ini sengaja di kosongkan)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang dilakukan maka kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. PDRB setiap provinsi di Pulau Sumatera naik setiap tahunnya. PDRB tertinggi dari tahun 2010 hingga tahun 2015 dihasilkan oleh Provinsi Riau dengan rata-rata PDRB Rp. 426,25 Triliun, kemudian diikuti oleh Sumatera Utara dengan rata-rata PDRB Rp. 386,57 Triliun. Sedangkan, PDRB terendah dari tahun 2010 hingga tahun 2015 dihasilkan oleh Provinsi Kep. Bangka Belitung dengan rata-rata PDRB Rp. 41 Triliun, kemudian diikuti oleh Provinsi Bengkulu dengan rata-rata PDRB Rp. 33,27 Triliun. Selain itu, bencana alam skala daerah dan nasional yang pernah terjadi di Pulau Sumatera antara lain adalah bencana alam gempa bumi dan tsunami pada tahun 2010 di Sumatera Barat yang mengakibatkan lebih dari 500 orang korban jiwa meninggal dunia. Bencana gempa bumi dan tsunami di Sumatera barat tersebut beserta dengan bencana banjir dan gempa bumi di Aceh dan Sumatera Utara pada tahun 2010, 2011, dan 2013, serta banjir dan tanah longsor di Jambi pada tahun 2010 dikategorikan menjadi bencana skala daerah maupun nasional karena bencana tersebut mengakibatkan jumlah rumah rusak lebih dari 500 unit rumah. dan juga mengakibatkan jumlah fasilitas umum yang rusak lebih dari 100 unit fasilitas umum. Kerusakan ini menyebabkan kerugian yang mencapai lebih dari 1 Miliar.
2. Model regresi spasial data panel terbaik yang diperoleh adalah model *Spatial Autoregressive* (SAR) dengan nilai R^2 paling tinggi dibandingkan model lainnya yaitu sebesar 99,71%. Model SAR yang diperoleh tersebut terdiri dari tiga variabel independen yang berpengaruh signifikan yaitu Penanaman Modal Asing (PMA), Penanaman Modal Dalam

Negeri (PMDN), dan variabel *dummy* yaitu kejadian bencana, serta satu variabel yang tidak berpengaruh signifikan yaitu nilai ekspor. Variabel PMA, PMDN, dan nilai ekspor berpengaruh positif terhadap variabel dependen yaitu PDRB, sedangkan variabel *dummy* kejadian bencana berpengaruh negatif terhadap PDRB. Selain itu, Nilai korelasi spasial sebesar 0,5752 menunjukkan bahwa nilai PDRB suatu wilayah yang berdekatan berpengaruh positif terhadap nilai PDRB wilayah lainnya yang berdekatan.

5.2 Saran

Saran yang dapat disampaikan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Variabel penelitian yang digunakan pada penelitian ini masih terbatas dikarenakan oleh ketersediaan data, untuk penelitian selanjutnya diharapkan menambahkan variabel-variabel lain yang mendukung sesuai dengan teori yang ada.
2. Dikarenakan model spasial yang terbentuk pada penelitian ini tidak memenuhi asumsi independen antar wilayah pengamatan, maka untuk penelitian selanjutnya disarankan menggunakan model spasial lain yang mengandung efek spasial pada lag variabel dependen serta dapat mengakomodasi terjadinya autokorelasi residual antar wilayah pengamatan seperti model *Spatial Autoregressive Moving Average* (SARMA).
3. Disarankan juga untuk menggunakan unit *time series* yang lebih panjang agar model yang terbentuk menjadi semakin baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Santa Barbara: Kluwer Academic Publishers.
- Arsyad, L. (2004). *Ekonomi Pembangunan*. Yogyakarta: STIE-YKPN.
- Artiani, L. (2011). Dampak Ekonomi Makro Bencana. *Seminar Nasional Informatika 2011* (pp. 67-74). Yogyakarta: UPN Veteran.
- Baltagi, B. (2005). *Econometrics Analysis of Panel Data* (3rd ed.). England: John Wiley & Sons.
- BNPB. (2016). *Definisi dan Jenis Bencana*. Diakses pada 14 Februari 2017, dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana. Situs web: <http://www.bnpb.go.id/home/definisi>
- BNPB. (2014). *Sekali Lagi, Sinabung Bukan Bencana Nasional*. Diakses pada 29 April 2017, dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana. Situs web : <https://www.bnpb.go.id/home/detail/1887/SEKALI-LAGI,-SINABUNG-BUKAN-BENCANA-NASIONAL>
- Boediono. (1985). *Teori Pertumbuhan Ekonomi*. Yogyakarta: BPFE.
- Draper, N. & Smith, H. (1998). *Applied Regression Analysis* (3rd ed.). New York: John Wiley & Sons.
- Elhorst, J. (2011). Spatial Panel Model. *Journal of Applied Econometrics*, 22(6), 1033-1062.
- Gujrati, D.N. (2004). *Basic Econometric*, (4th Ed.). New York: The McGraw-Hill Companies.
- Hocking, R. (1996). *Methods and Application of Linear Models*. New York: John Wiley and Sons.

- Ingleton, J. (1999). *Natural Disaster Management*. Leicester: Tudor Rose.
- Kusumaningrum, H. (2014). *Pemodelan Spasial Ekonometrika Kerugian Ekonomi Akibat Bencana Alam*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- LeSage, J. (1999). *Spatial Econometrics*. Diakses pada 23 Maret 2017, dari Spatial Econometrics. Situs web: <http://www.spatial-econometrics.com/html/wbook.pdf>
- Martikasari, K. (2011). *Faktor-Faktor yang Mempengaruhi PDRB Provinsi-Provinsi di Pulau Jawa*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Millo, G. & Piras, G. (2012). *Spatial Panel Data Models in R, Journal of Statistical Software*. Diakses pada 29 April 2017, dari Researchgate. Situs web: <https://www.researchgate.net/publication/260298189>.
- Mochler, R. (2003). *Macroeconomic Impact of Natural Disasters*. Washington DC: Worldbank.
- Paradis, E. (2017). *Moran's Autocorellation Coefficient in Comparative Methods*. Diakses pada 30 Mei 2017, dari The Comprehensive R Archive Network. Situs web: <https://cran.r-project.org/web/packages/ape/vignettes/MoranI.pdf>.
- Perobelli, F. & Haddad, E. (2003). *An Exploratory Spatial Data Analysis of Brazilian Interregional Trade (1985-1996). Discussion Paper of the Regional Economics Applications Laboratory University of Illinois*.
- Purba, O. (2016). *Pemodelan Pertumbuhan Ekonomi Provinsi Sumatera Utara dengan Pendekatan Ekonometrika Spasial Data Panel*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- Purwanggono, C. (2015). *Pengaruh Ekspor Neto, Tenaga Kerja, dan Investasi terhadap Pertumbuhan Ekonomi Indonesia*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Richlach. (2012). *Dampak Ekonomi Makro Bencana Interaksi Bencana dan Pembangunan Ekonomi Nasional*. Diakses pada 21 Oktober 2016, dari Rihlah Site. Situs web: <http://richlach.wordpress.com/2012/04/24/dampak-ekonomi-makro-bencana-interaksi-bencana-dan-pembangunan-ekonomi-nasional>
- Soeroto. (1998). *Strategi Pembangunan dan Perencanaan Tenaga Kerja*. Yogyakarta: UGM Press.
- Todaro, M. (2003). *Pembangunan Ekonomi di Dunia Ketiga*. (Aminuddin, & Nursid, Penerjemah) Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Triyoso, B. (2004). *Analisis Kausalitas antara Ekspor dan Pertumbuhan Ekonomi di Negara-Negara Asean*. Sumatera Utara: USU.
- Velleman, P.F. & Hoaglin, D.C. (2004). *Applications, Basics, and Computing of Exploratory Data Analysis*. Boston: Duxbury Press
- Walpole, R. (1995). *Pengantar Statistika* (3rd ed.). (Bambang Sumantri, Penerjemah). Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

(Halaman ini sengaja di kosongkan)

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Penelitian

a. Data PDRB Atas Dasar Harga Konstan (Triliun Rupiah)

No	Provinsi	PDRB Atas Dasar Harga Kosntan (Y)					
		2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	Aceh	101.545	104.874	108.915	111.756	113.488	112.672
2	Sumut	331.085	353.148	375.924	398.727	419.573	440.956
3	Sumbar	105.018	111.679	118.724	125.941	133.316	140.529
4	Riau	388.578	410.216	425.626	436.188	447.952	448.937
5	Jambi	90.618	97.741	104.615	111.766	119.985	125.039
6	Sumsel	194.013	206.361	220.459	232.175	243.094	254.023
7	Bengkulu	28.353	30.295	32.363	34.326	36.207	38.068
8	Lampung	150.561	160.438	170.769	180.620	189.790	199.525
9	Babel	35.562	38.014	40.105	42.191	44.159	45.961
10	Kepri	111.224	118.961	128.035	137.264	146.356	155.163

b. Data Penanaman Modal Asing (Miliar US Dollar)

No	Provinsi	Penanaman Modal Asing (X ₁)					
		2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	Aceh	0.005	0.023	0.172	0.094	0.031	0.021
2	Sumut	0.181	0.754	0.654	0.888	0.551	1.246
3	Sumbar	0.008	0.023	0.075	0.091	0.112	0.057
4	Riau	0.087	0.212	1.153	1.305	1.370	0.653
5	Jambi	0.037	0.020	0.156	0.034	0.051	0.108
6	Sumsel	0.186	0.557	0.786	0.486	1.057	0.646
7	Bengkulu	0.025	0.043	0.030	0.022	0.019	0.021
8	Lampung	0.031	0.080	0.114	0.047	0.157	0.258
9	Babel	0.022	0.146	0.059	0.112	0.105	0.083
10	Kepri	0.166	0.220	0.537	0.316	0.392	0.640

Lampiran 1. Data Penelitian (Lanjutan)**c. Data Penanaman Modal Dalam Negeri (Triliun Rupiah)**

No	Provinsi	Penanaman Modal Dalam Negeri (X₂)					
		2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	Aceh	0.041	0.259	0.060	3.636	5.110	4.192
2	Sumut	0.663	1.673	2.550	5.069	4.224	4.287
3	Sumbar	0.074	1.026	0.885	0.678	0.421	1.553
4	Riau	1.037	7.463	5.450	4.874	7.708	9.943
5	Jambi	0.223	2.135	1.446	2.800	0.908	3.540
6	Sumsel	1.738	1.069	2.931	3.396	7.043	10.944
7	Bengkulu	0.009	0.000	0.053	0.110	0.008	0.554
8	Lampung	0.272	0.824	0.304	1.325	3.496	1.102
9	Babel	0.000	0.514	0.534	0.608	0.616	1.024
10	Kepri	0.167	1.370	0.044	0.418	0.029	0.612

d. Data Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (Persen)

No	Provinsi	Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (X₃)					
		2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	Aceh	63.00	64.52	63.70	63.92	64.19	64.91
2	Sumut	69.45	70.63	71.88	71.63	70.06	68.59
3	Sumbar	66.38	66.94	67.21	66.62	67.88	66.64
4	Riau	63.70	65.62	64.47	66.29	65.10	66.03
5	Jambi	66.15	67.65	66.97	65.83	66.05	68.03
6	Sumsel	70.45	70.01	71.48	69.33	70.40	69.54
7	Bengkulu	72.74	72.23	72.40	70.97	71.34	71.95
8	Lampung	68.59	68.19	69.12	67.67	68.77	67.77
9	Babel	66.21	66.52	66.56	68.05	66.14	68.46
10	Kepri	66.90	67.44	68.01	68.19	66.89	65.62

Lampiran 1. Data Penelitian (Lanjutan)**e. Data Nilai Ekspor (Miliar US Dollar)**

No	Provinsi	Nilai Ekspor (X ₄)					
		2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	Aceh	38.56	104.14	125.18	49.70	22.49	67.15
2	Sumut	8,549.58	11,402.41	10,103.79	9,301.40	9,162.05	7,647.33
3	Sumbar	1,898.30	2,513.61	2,001.58	1,900.12	1,847.20	1,579.99
4	Riau	11,326.59	14,537.86	12,892.70	11,867.15	12,221.35	10,910.53
5	Jambi	1,379.84	2,027.17	1,290.82	1,143.53	1,020.56	931.52
6	Sumsel	3,028.14	4,592.04	3,691.70	3,219.00	2,494.03	2,122.41
7	Bengkulu	251.39	453.90	456.00	321.78	241.41	154.52
8	Lampung	2,496.96	3,241.95	3,713.30	3,927.40	3,901.79	3,864.61
9	Babel	1,518.37	2,531.61	2,144.99	1,941.24	1,904.17	1,254.17
10	Kepri	7,618.91	9,592.12	9,435.07	10,526.82	10,034.79	8,257.40

f. Data Jumlah Korban Jiwa Akibat Bencana Alam (Orang)

No	Provinsi	Jumlah Korban Jiwa (X ₅)					
		2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	Aceh	19	14	18	50	6	12
2	Sumut	42	32	18	25	34	15
3	Sumbar	531	16	21	32	6	16
4	Riau	0	5	0	7	5	4
5	Jambi	2	0	3	13	3	2
6	Sumsel	7	5	4	18	8	7
7	Bengkulu	0	0	1	0	4	39
8	Lampung	25	0	3	9	3	0
9	Babel	0	0	0	14	6	2
10	Kepri	0	0	0	2	8	0

g. Data Jumlah Kerusakan Rumah Akibat Bencana Alam (Unit)

No	Provinsi	Jumlah Kerusakan Rumah (X ₆)					
		2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	Aceh	208	737	384	7769	108	390
2	Sumut	1623	580	321	161	112	325
3	Sumbar	748	131	324	135	96	55
4	Riau	0	49	50	20	217	42
5	Jambi	551	18	151	132	65	8
6	Sumsel	115	65	75	209	288	31
7	Bengkulu	0	6	23	7	93	76
8	Lampung	95	25	48	33	121	11
9	Babel	0	0	0	13	20	7
10	Kepri	0	1	354	108	21	0

Lampiran 1. Data Penelitian (Lanjutan)**h. Data Jumlah Kerusakan Fasilitas Umum Akibat Bencana Alam (Unit)**

No	Provinsi	Jumlah Kerusakan Fasilitas Umum (X ₇)					
		2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	Aceh	209	249	52	543	6	59
2	Sumut	30	120	18	1	16	9
3	Sumbar	43	26	43	17	30	6
4	Riau	4	10	4	2	0	5
5	Jambi	42	2	59	8	50	28
6	Sumsel	74	3	12	2	5	21
7	Bengkulu	0	0	1	1	4	2
8	Lampung	4	4	2	0	6	1
9	Babel	0	1	0	0	2	1
10	Kepri	0	3	0	3	0	2

i. Data Variabel *Dummy* Kejadian Bencana Alam

No	Provinsi	Kejadian Bencana Alam (D)					
		2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	Aceh	1	1	0	1	0	0
2	Sumut	1	1	0	0	0	0
3	Sumbar	1	0	0	0	0	0
4	Riau	0	0	0	0	0	0
5	Jambi	1	0	0	0	0	0
6	Sumsel	0	0	0	0	0	0
7	Bengkulu	0	0	0	0	0	0
8	Lampung	0	0	0	0	0	0
9	Babel	0	0	0	0	0	0
10	Kepri	0	0	0	0	0	0

Lampiran 2. Matriks Pembobot Spasial

a. Pembobot *Queen Contiguity*

No	Provinsi	Aceh	Sumut	Sumbar	Riau	Jambi	Sumsel	Bengkulu	Lampung	Babel	Kepri
1	Aceh	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Sumut	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
3	Sumbar	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0
4	Riau	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1
5	Jambi	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1
6	Sumsel	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0
7	Bengkulu	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0
8	Lampung	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
9	Babel	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
10	Kepri	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0

Lampiran 2. Matriks Pembobot Spasial (Lanjutan)

b. Pembobot *Customize*

No	Provinsi	Aceh	Sumut	Sumbar	Riau	Jambi	Sumsel	Bengkulu	Lampung	Babel	Kepri
1	Aceh	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1
2	Sumut	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1
3	Sumbar	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1
4	Riau	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1
5	Jambi	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
6	Sumsel	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1
7	Bengkulu	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
8	Lampung	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1
9	Babel	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
10	Kepri	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0

Lampiran 3. *Syntax Moran's I dan Moran's Scatterplot*

```
library(ctv)
library(maptools)
library(rgdal)
library(spdep)
library(ape)

data <- read.csv("D://Tugas Akhir S1/RUn TA/R/datapdrb.csv",
header=TRUE, sep=";")

provinsi <- data[,1]
pdrb2010 <- data[,2]
pdrb2011 <- data[,3]
pdrb2012 <- data[,4]
pdrb2013 <- data[,5]
pdrb2014 <- data[,6]
pdrb2015 <- data[,7]

bobot <- read.csv("D://Tugas Akhir S1/RUn TA/R/bobotqueen.csv",
header=TRUE, sep=";")
#bobot <- read.csv("D://Tugas Akhir S1/RUn
TA/R/bobotcustomize.csv", header=TRUE, sep=";")

w <- as.matrix(bobot[,-1])
rownames(w) <- bobot[,1]

#moran's I dan moran's scatterplot
#tahun 2010
moran.test(pdrb2010, listw = mat2listw(w),
alternative="two.sided")
moran.plot(pdrb2010, listw = mat2listw(w),
labels=as.character(data$provinsi), pch=10, col=2)
#tahun 2011
moran.test(pdrb2011, listw = mat2listw(w),
alternative="two.sided")
moran.plot(pdrb2011, listw = mat2listw(w),
labels=as.character(data$provinsi), pch=10, col=2)
#tahun 2012
moran.test(pdrb2012, listw = mat2listw(w),
alternative="two.sided")
moran.plot(pdrb2012, listw = mat2listw(w),
labels=as.character(data$provinsi), pch=10, col=2)
#tahun 2013
moran.test(pdrb2013, listw = mat2listw(w),
alternative="two.sided")
```

Lampiran 3. *Syntax Moran's I dan Moran's Scatterplot*
(Lanjutan)

```
moran.plot(pdrb2013, listw = mat2listw(w),  
labels=as.character(data$provinsi), pch=10, col=2)  
#tahun 2014  
moran.test(pdrb2014, listw = mat2listw(w),  
alternative="two.sided")  
moran.plot(pdrb2014, listw = mat2listw(w),  
labels=as.character(data$provinsi), pch=10, col=2)  
#tahun 2015  
moran.test(pdrb2015, listw = mat2listw(w),  
alternative="two.sided")  
moran.plot(pdrb2015, listw = mat2listw(w),  
labels=as.character(data$provinsi), pch=10, col=2)
```

Lampiran 4. *Output Moran's I dan Moran's Scatterplot*

a. Pembobot *Queen Contiguity*

Moran I test under randomisation

data: pdrb2010

weights: mat2listw(w)

Moran I statistic standard deviate = 0.063278, p-value = 0.9495

alternative hypothesis: two.sided

sample estimates:

Moran I statistic	Expectation	Variance
-0.09688979	-0.11111111	0.05050921

Moran I test under randomisation

data: pdrb2011

weights: mat2listw(w)

Moran I statistic standard deviate = 0.040064, p-value = 0.968

alternative hypothesis: two.sided

sample estimates:

Moran I statistic	Expectation	Variance
-0.10208554	-0.11111111	0.05074997

Moran I test under randomisation

data: pdrb2012

weights: mat2listw(w)

Moran I statistic standard deviate = 0.00498, p-value = 0.996

alternative hypothesis: two.sided

sample estimates:

Moran I statistic	Expectation	Variance
-0.10998178	-0.11111111	0.05142661

Lampiran 4. *Output Moran's I dan Moran's Scatterplot (Lanjutan)*

```

Moran I test under randomisation
data:  pdrb2013
weights: mat2listw(w)
Moran I statistic standard deviate = -0.02262, p-value =
0.982
alternative hypothesis: two.sided
sample estimates:
Moran I statistic      Expectation      Variance
    -0.11627262      -0.11111111      0.05206643

```

```

Moran I test under randomisation
data:  pdrb2014
weights: mat2listw(w)
Moran I statistic standard deviate = -0.050359, p-value =
0.9598
alternative hypothesis: two.sided
sample estimates:
Moran I statistic      Expectation      Variance
    -0.12264274      -0.11111111      0.05243479

```

```

Moran I test under randomisation
data:  pdrb2015
weights: mat2listw(w)
Moran I statistic standard deviate = -0.11215, p-value =
0.9107
alternative hypothesis: two.sided
sample estimates:
Moran I statistic      Expectation      Variance
    -0.13693688      -0.11111111      0.05302597

```


Lampiran 4. *Output Moran's I dan Moran's Scatterplot (Lanjutan)*

b. *Pembobot Customize*

```

Moran I test under randomisation
data: pdrb2010
weights: mat2listw(w)
Moran I statistic standard deviate = 1.9844, p-value =
0.04721
alternative hypothesis: two.sided
sample estimates:
Moran I statistic      Expectation      Variance
0.23232634            -0.11111111            0.02995244

```

```

Moran I test under randomisation
data: pdrb2011
weights: mat2listw(w)
Moran I statistic standard deviate = 1.9604, p-value =
0.04995
alternative hypothesis: two.sided
sample estimates:
Moran I statistic      Expectation      Variance
0.22904400            -0.11111111            0.03010685

```

```

Moran I test under randomisation
data: pdrb2012
weights: mat2listw(w)
Moran I statistic standard deviate = 1.9715, p-value =
0.04867
alternative hypothesis: two.sided
sample estimates:
Moran I statistic      Expectation      Variance
0.23342003            -0.11111111            0.03054081

```

Lampiran 4. *Output Moran's I dan Moran's Scatterplot (Lanjutan)*

Moran I test under randomisation
data: pdrb2013
weights: mat2listw(w)
Moran I statistic standard deviate = 1.9786, p-value = 0.04787
alternative hypothesis: two.sided
sample estimates:

Moran I statistic	Expectation	Variance
0.23697465	-0.11111111	0.03095115

Moran I test under randomisation
data: pdrb2014
weights: mat2listw(w)
Moran I statistic standard deviate = 1.9689, p-value = 0.04896
alternative hypothesis: two.sided
sample estimates:

Moran I statistic	Expectation	Variance
0.23659594	-0.11111111	0.03118739

Moran I test under randomisation
data: pdrb2015
weights: mat2listw(w)
Moran I statistic standard deviate = 1.9894, p-value = 0.04666
alternative hypothesis: two.sided
sample estimates:

Moran I statistic	Expectation	Variance
0.24233965	-0.11111111	0.03156655

Lampiran 5. *Syntax Uji Lagrange Multiplier (LM)*

```
library(splm)
library(spdep)

datapanel <- read.csv("D://Tugas Akhir S1/Run TA/R/datapanel.csv",
header=T, sep=";")

bobot <- read.csv("D://Tugas Akhir S1/Run TA/R/bobotqueen.csv",
header=T, sep=";")
#bobot <- read.csv("D://Tugas Akhir S1/Run
TA/R/bobotcustomize.csv", header=T, sep=";")

w <- as.matrix(bobot[,-1])
rownames(w) <- bobot[,1]

y <- datapanel$y
x1 <- datapanel$x1
x2 <- datapanel$x2
x3 <- datapanel$x3
x4 <- datapanel$x4
d <- datapanel$dummy

pdrb <- y~x1+x2+x3+x4+d

print("-----")
print("LM Joint Test")
LMjoint <- bsktest(x=pdrb, data=datapanel, listw=mat2listw(w),
test="LMH")
LMjoint
```

Lampiran 6. Output Uji Lagrange Multiplier (LM)

a. Pembobot *Queen Contiguity*

[1] "LM Joint Test"

Baltagi, Song and Koh LM-H one-sided joint test
 data: $y \sim x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + d$
 LM-H = 37.287, p-value = 2.51e-09
 alternative hypothesis: Random Regional Effects and Spatial autocorrelation

b. Pembobot *Customize*

[1] "LM Joint Test"

Baltagi, Song and Koh LM-H one-sided joint test
 data: $y \sim x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + d$
 LM-H = 37.253, p-value = 2.554e-09
 alternative hypothesis: Random Regional Effects and Spatial autocorrelation

Lampiran 7. *Syntax* Analisis Regresi Spasial Data Panel

a. Model SAR

```
library(splm)
library(spdep)

datapanel <- read.csv("D://Tugas Akhir S1/Run TA/R/datapanel.csv",
header=T, sep=";")

bobot <- read.csv("D://Tugas Akhir S1/Run TA/R/bobotqueen.csv",
header=T, sep=";")
#bobot <- read.csv("D://Tugas Akhir S1/Run
TA/R/bobotcustomize.csv", header=T, sep=";")
w <- as.matrix(bobot[, -1])
rownames(w) <- bobot[, 1]

y <- datapanel$y
x1 <- datapanel$x1
x2 <- datapanel$x2
x3 <- datapanel$x3
x4 <- datapanel$x4
d <- datapanel$dummy
pdrb <- y~x1+x2+x3+x4+d

print("-----")
print("Model SAR Pooled")
model1 <- splm(formula=pdrb, data=datapanel, listw=mat2listw(w),
model="pooling", lag=TRUE, spatial.error="none"); summary(model1)
rsq1 <- summary(model1)$rsq; rsq1
mse1 <- summary(model1)$sigma2; mse1=mse1$one; mse1

print("-----")
print("Model SAR Fixed Effect")
model2 <- splm(formula=pdrb, data=datapanel, listw=mat2listw(w),
model="within", lag=TRUE, spatial.error="none"); summary(model2)
rsq2 <- summary(model2)$rsq; rsq2
mse2 <- summary(model2)$sigma2; mse2

print("-----")
print("Model SAR Random Effect")
model3 <- splm(formula=pdrb, data=datapanel, listw=mat2listw(w),
model="random", lag=TRUE, spatial.error="none"); summary(model3)
rsq3 <- summary(model3)$rsq; abs(rsq3)
mse3 <- summary(model3)$sigma2; mse3=mse3$one; mse3
```

Lampiran 7. *Syntax* Analisis Regresi Spasial Data Panel (Lanjutan)

b. Model SEM

```
library(splm)
library(spdep)

datapanel <- read.csv("D://Tugas Akhir S1/Run TA/R/datapanel.csv",
header=T, sep=";")

bobot <- read.csv("D://Tugas Akhir S1/Run TA/R/bobotqueen.csv",
header=T, sep=";")
#bobot <- read.csv("D://Tugas Akhir S1/Run
TA/R/bobotcustomize.csv", header=T, sep=";")
w <- as.matrix(bobot[, -1])
rownames(w) <- bobot[, 1]

y <- datapanel$y
x1 <- datapanel$x1
x2 <- datapanel$x2
x3 <- datapanel$x3
x4 <- datapanel$x4
d <- datapanel$dummy
pdrb <- y~x1+x2+x3+x4+d

print("-----")
print("Model SEM Pooled")
model1 <- spml(formula=pdrb, data=datapanel, listw=w,
model="pooling", lag=FALSE, spatial.error="b"); summary(model1)
rsq1 <- summary(model1)$rsq; rsq1
mse1 <- summary(model1)$sigma2; mse1=mse1$idios; mse1

print("-----")
print("Model SEM Fixed Effect")
model2 <- spml(formula=pdrb, data=datapanel, listw=w,
model="within", lag=FALSE, spatial.error="b"); summary(model2)
rsq2 <- summary(model2)$rsq; rsq2
mse2 <- summary(model2)$sigma2; mse2

print("-----")
print("Model SEM Random Effect")
model3 <- spml(formula=pdrb, data=datapanel, listw=w,
model="random", lag=FALSE, spatial.error="b"); summary(model3)
rsq3 <- summary(model3)$rsq; rsq3
mse3 <- summary(model3)$sigma2; mse3=mse3$one; mse3
```

Lampiran 8. Output Analisis Regresi Spasial Data Panel

a. Pembobot *Queen Contiguity*

SAR Queen

```
[1] "-----"
```

```
[1] "Model SAR Pooled"
```

```
ML panel with spatial lag and iid errors
```

```
Call:
```

```
spreml(formula = formula, data = data, index = index, w =  
listw2mat(listw),
```

```
w2 = listw2mat(listw2), lag = lag, errors = errors, cl = cl)
```

```
Residuals:
```

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	-165.00	-56.60	-14.80	-9.64	28.80	235.00

```
Spatial autoregressive coefficient:
```

	Estimate	Std. Error	t-value	Pr(> t)
lambda	-0.059679	0.122944	-0.4854	0.6274

```
Coefficients:
```

	Estimate	Std. Error	t-value	Pr(> t)
(Intercept)	4.0448e+02	2.7812e+02	1.4543	0.145857
x1	2.0495e+02	3.3262e+01	6.1615	7.205e-10 ***
x2	1.4081e+01	4.8855e+00	2.8822	0.003949 **
x3	-4.4255e+00	4.0761e+00	-1.0857	0.277597
x4	-4.8085e-04	2.3171e-03	-0.2075	0.835601
d	-5.1168e+01	3.1358e+01	-1.6318	0.102731

```
---
```

```
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
rsq1
```

```
[1] 0.6657738
```

```
mse1
```

```
[1] 5387.559
```

Lampiran 8. *Output* Analisis Regresi Spasial Data Panel (Lanjutan)

```
[1] "-----"
[1] "Model SAR Fixed Effect"
Spatial panel fixed effects lag model

Call:
spml(formula = pdrb, data = datapanel, listw = mat2listw(w),
      model = "within", lag = TRUE, spatial.error = "none")

Residuals:
    Min. 1st Qu.  Median 3rd Qu.    Max.
-18.500  -3.910   -0.287    3.040   24.100

Spatial autoregressive coefficient:
      Estimate Std. Error t-value Pr(>|t|)
lambda 0.543257  0.067265  8.0763 6.675e-16 ***

Coefficients:
      Estimate Std. Error t-value Pr(>|t|)
x1  2.6992e+01  4.3265e+00  6.2388 4.408e-10 ***
x2  2.6058e+00  5.8116e-01  4.4838 7.332e-06 ***
x3 -3.0217e+00  1.1259e+00 -2.6839 0.007278 **
x4  3.0724e-04  2.1782e-04  1.4105 0.158392
d   -1.1000e+01  3.4735e+00 -3.1669 0.001541 **
---
signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' '
1

rsq2
[1] 0.997317
mse2
[1] 44.24979
```


Lampiran 8. *Output* Analisis Regresi Spasial Data Panel (Lanjutan)

```
[1] "-----"
[1] "Model SAR Random Effect"
ML panel with spatial lag, random effects

Call:
sprem1(formula = formula, data = data, index = index, w =
listw2mat(listw),
w2 = listw2mat(listw2), lag = lag, errors = errors, cl = cl)

Residuals:
    Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
 -43.8   20.3   47.6   92.3  130.0  329.0

Error variance parameters:
      Estimate Std. Error t-value Pr(>|t|)
phi  263.45    132.78   1.984 0.04725 *
```

Spatial autoregressive coefficient:

	Estimate	Std. Error	t-value	Pr(> t)
lambda	0.571245	0.083221	6.8642	6.688e-12 ***

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t-value	Pr(> t)
(Intercept)	2.2720e+02	9.6851e+01	2.3458	0.01898 *
x1	2.8050e+01	4.8170e+00	5.8231	5.776e-09 ***
x2	3.0440e+00	6.3102e-01	4.8240	1.407e-06 ***
x3	-2.3526e+00	1.3036e+00	-1.8047	0.07113 .
x4	2.7250e-04	2.5058e-04	1.0875	0.27682
d	2.7355e+00	3.7275e+00	0.7339	0.46304

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
rsq3
[1] 0.3312572
mse3
[1] 16057.18
```

Lampiran 8. *Output* Analisis Regresi Spasial Data Panel (Lanjutan)

SEM Queen

```
[1] "-----"
```

```
[1] "Model SEM Pooled"
```

```
ML panel with , spatial error correlation
```

```
Call:
```

```
spreml(formula = formula, data = data, index = index, w =  
listw2mat(listw),  
w2 = listw2mat(listw2), lag = lag, errors = errors, cl = cl)
```

```
Residuals:
```

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	-157.00	-45.10	-4.53	-0.09	39.10	244.00

```
Error variance parameters:
```

	Estimate	Std. Error	t-value	Pr(> t)
rho	0.044523	0.155330	0.2866	0.7744

```
Coefficients:
```

	Estimate	Std. Error	t-value	Pr(> t)
(Intercept)	4.1541e+02	2.7700e+02	1.4997	0.133696
x1	2.0390e+02	3.3229e+01	6.1362	8.451e-10 ***
x2	1.4822e+01	4.8674e+00	3.0453	0.002325 **
x3	-4.7530e+00	4.0583e+00	-1.1712	0.241525
x4	-4.6524e-04	2.3867e-03	-0.1949	0.845447
d	-4.7554e+01	3.1910e+01	-1.4902	0.136160

```
---
```

```
signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
rsq1
```

```
[1] 0.6716179
```

```
mse1
```

```
[1] 5404.38
```

Lampiran 8. *Output* Analisis Regresi Spasial Data Panel (Lanjutan)

```
[1] "-----"
[1] "Model SEM Fixed Effect"
Spatial panel fixed effects error model

Call:
spml(formula = pdrb, data = datapanel, listw = w, model =
"within", lag = FALSE, spatial.error = "b")

Residuals:
    Min. 1st Qu.  Median 3rd Qu.    Max.
-29.400  -6.030  -0.411   5.610  32.100

Spatial error parameter:
      Estimate Std. Error t-value Pr(>|t|)
rho 0.725188   0.069466   10.44 < 2.2e-16 ***

Coefficients:
      Estimate Std. Error t-value Pr(>|t|)
x1 24.53066403  4.27822937   5.7338 9.818e-09 ***
x2  2.46036735  0.56873549   4.3260 1.518e-05 ***
x3 -1.10004978  1.17447288  -0.9366 0.348947
x4  0.00042767  0.00034304   1.2467 0.212516
d  -9.81692715  3.46384527  -2.8341 0.004595 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

rsq2
[1] 0.9923365
mse2
[1] 48.65188
```

Lampiran 8. *Output* Analisis Regresi Spasial Data Panel (Lanjutan)

```
[1] "-----"
[1] "Model SEM Random Effect"
ML panel with , random effects, spatial error correlation

Call:
sprem1(formula = formula, data = data, index = index, w =
listw2mat(listw),
w2 = listw2mat(listw2), lag = lag, errors = errors, cl = cl)

Residuals:
      Min.   1st Qu.   Median     Mean   3rd Qu.    Max.
-135.000  -66.700  -44.500    0.002   35.000   240.000

Error variance parameters:
      Estimate Std. Error t-value Pr(>|t|)
phi 216.177022 108.539577  1.9917  0.04641 *
rho  0.762523  0.083794  9.0999 < 2e-16 ***

Coefficients:
              Estimate Std. Error t-value Pr(>|t|)
(Intercept)  2.0247e+02  9.7379e+01  2.0792  0.0376 *
x1           2.3630e+01  4.8612e+00  4.8609  1.169e-06 ***
x2           2.6203e+00  6.6114e-01  3.9633  7.392e-05 ***
x3          -5.9611e-01  1.3315e+00 -0.4477  0.6544
x4           3.1076e-04  4.0519e-04  0.7669  0.4431
d            1.9772e+00  4.9766e+00  0.3973  0.6911
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

rsq3
[1] 0.1600039
mse3
[1] 13761.59
```

Lampiran 8. *Output* Analisis Regresi Spasial Data Panel (Lanjutan)

b. Pembobot *Customize*

SAR Customize

```
[1] "-----"
```

```
[1] "Model SAR Pooled"
```

```
ML panel with spatial lag and iid errors
```

```
Call:
```

```
spreml(formula = formula, data = data, index = index, w =  
listw2mat(listw),
```

```
w2 = listw2mat(listw2), lag = lag, errors = errors, cl = cl)
```

```
Residuals:
```

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
-246.0	-114.0	-86.9	-73.7	-36.2	173.0

```
Spatial autoregressive coefficient:
```

	Estimate	Std. Error	t-value	Pr(> t)
lambda	-0.41884	0.11865	-3.5302	0.0004153 ***

```
Coefficients:
```

	Estimate	Std. Error	t-value	Pr(> t)
(Intercept)	4.9605e+02	2.4901e+02	1.9921	0.046364 *
x1	2.2903e+02	2.9781e+01	7.6906	1.464e-14 ***
x2	1.3987e+01	4.3741e+00	3.1977	0.001385 **
x3	-4.9228e+00	3.6494e+00	-1.3489	0.177355
x4	-6.7154e-04	2.0746e-03	-0.3237	0.746164
d	-4.9419e+01	2.8076e+01	-1.7602	0.078372 .

```
---
```

```
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
rsq1
```

```
[1] 0.3381532
```

```
mse1
```

```
[1] 4318.731
```

Lampiran 8. *Output* Analisis Regresi Spasial Data Panel (Lanjutan)

```
[1] "-----"
[1] "Model SAR Fixed Effect"
Spatial panel fixed effects lag model

Call:
spml(formula = pdrb, data = datapanel, listw = mat2listw(w),
      model = "within", lag = TRUE, spatial.error = "none")

Residuals:
    Min. 1st Qu.  Median 3rd Qu.    Max.
-21.000  -4.460   0.173   5.030  26.500

Spatial autoregressive coefficient:
      Estimate Std. Error t-value Pr(>|t|)
lambda 0.369691  0.082217  4.4965 6.908e-06 ***

Coefficients:
      Estimate Std. Error t-value Pr(>|t|)
x1  2.9820e+01  5.3347e+00  5.5897 2.274e-08 ***
x2  2.9044e+00  7.3548e-01  3.9490 7.847e-05 ***
x3 -4.3827e+00  1.3726e+00 -3.1930 0.0014082 **
x4  3.1331e-04  2.6410e-04  1.1863 0.2354900
d   -1.4659e+01  4.1198e+00 -3.5582 0.0003734 ***
---
signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' '
1

rsq2
[1] 0.9960038
mse2
[1] 65.90737
```

Lampiran 8. *Output* Analisis Regresi Spasial Data Panel (Lanjutan)

```
[1] "-----"
[1] "Model SAR Random Effect"
ML panel with spatial lag, random effects

Call:
sprem1(formula = formula, data = data, index = index, w =
listw2mat(listw),
w2 = listw2mat(listw2), lag = lag, errors = errors, cl = cl)

Residuals:
    Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
 -63.70  -1.01   30.20   74.60  112.00  312.00

Error variance parameters:
      Estimate Std. Error t-value Pr(>|t|)
phi  157.575    79.683   1.9775  0.04798 *
```

Spatial autoregressive coefficient:

	Estimate	Std. Error	t-value	Pr(> t)
lambda	0.42389	0.10633	3.9865	6.706e-05 ***

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t-value	Pr(> t)
(Intercept)	3.1806e+02	1.1481e+02	2.7702	0.005602 **
x1	3.0938e+01	5.9252e+00	5.2215	1.775e-07 ***
x2	3.4136e+00	7.7622e-01	4.3978	1.094e-05 ***
x3	-3.4584e+00	1.6009e+00	-2.1603	0.030753 *
x4	2.5056e-04	3.0831e-04	0.8127	0.416380
d	4.8746e+00	4.5861e+00	1.0629	0.287828

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
rsq3
[1] 0.1380266
mse3
[1] 14576.76
```

Lampiran 8. *Output* Analisis Regresi Spasial Data Panel (Lanjutan)

SEM Customize

```
[1] "-----"
```

```
[1] "Model SEM Pooled"
```

```
ML panel with , spatial error correlation
```

```
Call:
```

```
spreml(formula = formula, data = data, index = index, w =  
listw2mat(listw),  
w2 = listw2mat(listw2), lag = lag, errors = errors, cl = cl)
```

```
Residuals:
```

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
-170.0	-39.5	-10.2	0.0	41.8	244.0

```
Error variance parameters:
```

	Estimate	Std. Error	t-value	Pr(> t)
rho	0.18004	0.26445	0.6808	0.496

```
Coefficients:
```

	Estimate	Std. Error	t-value	Pr(> t)
(Intercept)	4.6576e+02	2.6516e+02	1.7566	0.078991 .
x1	2.1858e+02	3.3942e+01	6.4397	1.197e-10 ***
x2	1.5622e+01	4.7731e+00	3.2730	0.001064 **
x3	-5.5935e+00	3.8841e+00	-1.4401	0.149835
x4	5.5233e-07	2.5004e-03	0.0002	0.999824
d	-5.9769e+01	3.1109e+01	-1.9213	0.054695 .

```
---
```

```
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
rsq1
```

```
[1] 0.6661925
```

```
mse1
```

```
[1] 5330.522
```


Lampiran 8. *Output* Analisis Regresi Spasial Data Panel (Lanjutan)

```
[1] "-----"
[1] "Model SEM Fixed Effect"
Spatial panel fixed effects error model

Call:
spml(formula = pdrb, data = datapanel, listw = w, model =
"within", lag = FALSE, spatial.error = "b")

Residuals:
    Min. 1st Qu.  Median 3rd Qu.    Max.
-22.700  -4.670   -0.491    5.390   30.400

Spatial error parameter:
      Estimate Std. Error t-value Pr(>|t|)
rho  0.39785    0.12017   3.3106 0.0009311 ***

Coefficients:
      Estimate Std. Error t-value Pr(>|t|)
x1  3.1967e+01  5.9477e+00  5.3747 7.670e-08 ***
x2  3.3133e+00  7.9843e-01  4.1498 3.328e-05 ***
x3 -3.9714e+00  1.4576e+00 -2.7247 0.006436 **
x4  5.3505e-04  3.4416e-04  1.5546 0.120031
d   -1.4242e+01  4.8453e+00 -2.9394 0.003288 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

rsq2
[1] 0.9941413
mse2
[1] 79.66336
```

Lampiran 8. *Output* Analisis Regresi Spasial Data Panel (Lanjutan)

```
[1] "-----"
[1] "Model SEM Random Effect"
ML panel with , random effects, spatial error correlation

Call:
sprem1(formula = formula, data = data, index = index, w =
listw2mat(listw),
w2 = listw2mat(listw2), lag = lag, errors = errors, cl = cl)

Residuals:
    Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
 -141.0   -75.2   -44.1     0.0    39.8   239.0

Error variance parameters:
      Estimate Std. Error t-value Pr(>|t|)
phi 134.85495   68.40937   1.9713  0.04869 *
rho   0.56958    0.13744   4.1443 3.408e-05 ***

Coefficients:
              Estimate Std. Error t-value Pr(>|t|)
(Intercept)  3.8222e+02  1.1226e+02  3.4047 0.0006623 ***
x1           2.9858e+01  6.7062e+00  4.4522 8.498e-06 ***
x2           3.1875e+00  8.8789e-01  3.5900 0.0003307 ***
x3          -3.3105e+00  1.5719e+00 -2.1060 0.0352046 *
x4           4.8962e-04  4.0904e-04  1.1970 0.2313027
d            6.3358e+00  4.9926e+00  1.2690 0.2044309
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

rsq3
[1] 0.1897072
mse3
[1] 13302.14
```

Lampiran 9. *Syntax* Uji Spasial Hausman

```
library(splm)
library(spdep)

datapanel <- read.csv("D://Tugas Akhir S1/Run TA/R/datapanel.csv",
header=T, sep=";")

bobot <- read.csv("D://Tugas Akhir S1/Run TA/R/bobotqueen.csv",
header=T, sep=";")
#bobot <- read.csv("D://Tugas Akhir S1/Run
TA/R/bobotcustomize.csv", header=T, sep=";")

w <- as.matrix(bobot[, -1])
rownames(w) <- bobot[, 1]

y <- datapanel$y
x1 <- datapanel$x1
x2 <- datapanel$x2
x3 <- datapanel$x3
x4 <- datapanel$x4
d <- datapanel$dummy

pdrb <- y~x1+x2+x4+d

print("-----")
print("Spatial Hausman Test SAR")
hausmantest1 <- sphtest(x=pdrb, data=datapanel,
listw=mat2listw(w), spatial.model="lag", method="ML")
hausmantest1

print("-----")
print("Spatial Hausman Test SEM")
hausmantest2 <- sphtest(x=pdrb, data=datapanel,
listw=mat2listw(w), spatial.model="error", method="ML")
hausmantest2
```

Lampiran 10. *Output* Uji Spasial Hausman

a. Bobot Queen

```
[1] "Spatial Hausman Test SAR"
```

```
Hausman test for spatial models
```

```
data: x
```

```
chisq = 138.25, df = 4, p-value < 2.2e-16
```

```
alternative hypothesis: one model is inconsistent
```

```
[1] "-----"
```

```
[1] "Spatial Hausman Test SEM"
```

```
Hausman test for spatial models
```

```
data: x
```

```
chisq = 114.28, df = 4, p-value < 2.2e-16
```

```
alternative hypothesis: one model is inconsistent
```

b. Bobot Customize

```
[1] "Spatial Hausman Test SAR"
```

```
Hausman test for spatial models
```

```
data: x
```

```
chisq = 94.115, df = 4, p-value < 2.2e-16
```

```
alternative hypothesis: one model is inconsistent
```

```
[1] "-----"
```

```
[1] "Spatial Hausman Test SEM"
```

```
Hausman test for spatial models
```

```
data: x
```

```
chisq = 22.443, df = 4, p-value = 0.0001635
```

```
alternative hypothesis: one model is inconsistent
```

Lampiran 11. *Syntax* Uji Asumsi Residual

```

library(splm)
library(spdep)
library(nortest)
library(AER)
library(car)
library(lmtest)

datapanel <- read.csv("D://Tugas Akhir S1/Run TA/R/datapanel.csv",
header=T, sep=";")

bobot <- read.csv("D://Tugas Akhir S1/Run TA/R/bobotqueen.csv",
header=T, sep=";")

w <- as.matrix(bobot[, -1])
rownames(w) <- bobot[, 1]

y <- datapanel$y
x1 <- datapanel$x1
x2 <- datapanel$x2
x3 <- datapanel$x3
x4 <- datapanel$x4
d <- datapanel$dummy

pdrb <- y~x1+x2+x4+d

print("-----")
print("Model Terbaik SAR Fixed Effect dengan Pembobot Queen
Contiguity")
model2 <- splm(formula=pdrb, data=datapanel, listw=mat2listw(w),
model="within", lag=TRUE, spatial.error="none")
summary(model2)
effect <- effects.splm(model2); effect
rsq2 <- summary(model2)$rsq; rsq2
mse2 <- summary(model2)$sigma2; mse2

fits <- summary(model2)$fitted.values
residual <- summary(model2)$residuals
stdresidual <- scale(residual)
order <- seq(1, 60)

#identik
#formal (Uji 2 Varians)
var.test(abs(residual[1:30]),abs(residual[31:60]),          ratio=1,
alternative="two.sided")
#informal (Plot Std Residual vs Fits)

```

Lampiran 11. *Syntax* Uji Asumsi Residual (Lanjutan)

```

win.graph();
plot(fits, stdresidual, pch=19, col="red", xlab="Fitted Value",
ylab="Residual")
abline(h=0, lty="solid", lwd=1, col="black")

#independen
#formal (Uji Durbin Watson)
dwtest(lm(y~fits))
#informal (Plot Residual vs Order of the Data)
win.graph()
plot(order, residual, pch=19, col="red", xlab="Observation Order",
ylab="Residual")
par(new=T)
plot(order, residual, type="l", col="blue", xlab="Observation
Order", ylab="Residual")
abline(h=0, lty="solid", lwd=1, col="blue")

#distribusi normal
summary(residual);                print("varians");var(residual);
print("N");length(residual)
#formal (Uji Kolmogorov-Smirnov)
lillie.test(residual)
#informal (Normal Probability Plot)
win.graph()
qqnorm(residual,pch=19, col="red", main=" ")
qqline(residual, col="blue", lwd=1)

```

Lampiran 12. Output Uji Asumsi Residual

```
[1] "Model Terbaik SAR Fixed Effect dengan Pembobot Queen
Contiguity"
```

```
Spatial panel fixed effects lag model
```

```
Call:
```

```
spml(formula = pdrb, data = datapanel, listw = mat2listw(w),
      model = "within", lag = TRUE, spatial.error = "none")
```

```
Residuals:
```

Min.	1st Qu.	Median	3rd Qu.	Max.
-17.60	-3.78	-1.00	3.33	25.30

```
Spatial autoregressive coefficient:
```

	Estimate	Std. Error	t-value	Pr(> t)
lambda	0.575219	0.066272	8.6797	< 2.2e-16 ***

```
Coefficients:
```

	Estimate	Std. Error	t-value	Pr(> t)
x1	26.28626091	4.55145372	5.7754	7.679e-09 ***
x2	2.33685211	0.59935413	3.8990	9.661e-05 ***
x4	0.00028902	0.00022855	1.2646	0.20602
d	-9.27589429	3.60568297	-2.5726	0.01009 *

```
---
```

```
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
effect
```

```
Intercept:
```

	Estimate	Std. Error	t-value	Pr(> t)
(Intercept)	70.3681	2.0175	34.879	< 2.2e-16 ***

Lampiran 12. Output Uji Asumsi Residual (Lanjutan)

Spatial fixed effects:

	Estimate	Std. Error	t-value	Pr(> t)
1	11.6035	3.8035	3.0508	0.002283 **
2	-82.5292	3.0945	-26.6692	< 2.2e-16 ***
3	-141.2018	3.0035	-47.0122	< 2.2e-16 ***
4	-52.9825	3.1916	-16.6005	< 2.2e-16 ***
5	-79.2716	3.2993	-24.0272	< 2.2e-16 ***
6	-32.3716	3.0203	-10.7181	< 2.2e-16 ***
7	252.2257	5.1116	49.3439	< 2.2e-16 ***
8	-124.0219	3.1114	-39.8601	< 2.2e-16 ***
9	25.6507	4.3021	5.9624	2.486e-09 ***
10	222.8986	4.5883	48.5800	< 2.2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

1

rsq2

[1] 0.9970526

mse2

[1] 48.61077

identik

formal (Uji 2 Varians)

F test to compare two variances

data: abs(residual[1:30]) and abs(residual[31:60])

F = 0.59378, num df = 29, denom df = 29, p-value = 0.1664

alternative hypothesis: true ratio of variances is not equal to 1

95 percent confidence interval:

0.2826188 1.2475311

sample estimates:

ratio of variances

0.5937809

Lampiran 12. *Output* Uji Asumsi Residual (Lanjutan)

informal (Plot Std Residual vs Fits)

independen

formal (Uji Durbin watson)

Durbin-watson test

data: lm(y ~ fits)

DW = 0.46273, p-value = 1.12e-13

alternative hypothesis: true autocorrelation is greater than 0

informal (Plot Residual vs Order of the Data)

distibusi normal

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
-17.620	-3.777	-1.002	0.000	3.334	25.320

[1] "varians"

[1] 49.43468

[1] "N"

[1] 60

Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test

data: residual

D = 0.1078, p-value = 0.08005

informal (Normal Probability Plot)

(Halaman ini sengaja di kosongkan)

Lampiran 13. Surat Keterangan Pengambilan Data**SURAT PERNYATAAN**

Saya mahasiswa jurusan Statistika ITS yang bertanda tangan dibawah ini.

Nama : Mawanda Almuhayar


NRP : 1315 105 010

Program Studi : Strata-1 (S1) Lintas Jalur


Menyatakan bahwa data yang digunakan dalam Tugas Akhir saya merupakan data sekunder yang diambil di *website* DIBI BNPB dengan alamat <http://dibi.bnpb.go.id/> dan *website* BPS dengan alamat <http://www.bps.go.id/>, yang diakses pada tanggal 4 Februari 2017.

Surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Apabila terdapat pemalsuan data maka saya siap menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku.

Pembimbing Tugas Akhir


Dr. Ir. Setiawan, MS
NIP. 19601030 198701 1 001

Mahasiswa


Mawanda Almuhayar
NRP. 1315 105 010

(Halaman ini sengaja di kosongkan)

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap **MAWANDA ALMUHAYAR** dan lebih sering dipanggil dengan nama Wanda. Penulis dilahirkan di Kerinci, Provinsi Jambi pada tanggal 16 Juli 1993 sebagai anak pertama dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal dimulai dari TK Raudhatul Athfal Kerinci, SDN No. 137/III Kerinci, MTsN Model Sungai Penuh, dan SMAN 1 Sungai Penuh. Setelah lulus dari SMA, penulis terlebih dahulu mengikuti perkuliahan jenjang Diploma di Program

Studi Statistika Universitas Negeri Padang (UNP) Sumatera Barat pada tahun 2011 sampai 2014. Selanjutnya, pada tahun 2015 penulis melanjutkan studi ke jenjang Sarjana melalui Lintas Jalur di Departemen Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Penulis lulus dari ITS pada tahun 2017 dengan menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Pengaruh Indikator Makro Ekonomi dan Bencana Alam Terhadap Pertumbuhan Ekonomi di Pulau Sumatera Menggunakan Pendekatan Regresi Spasial Data Panel”**. Penulis menyadari masih banyak kesalahan dan kekurangan dalam Buku Tugas Akhir ini, bagi pembaca yang memiliki kritik, saran, dan ingin berdiskusi lebih lanjut tentang Tugas Akhir ini bisa menghubungi penulis melalui email mawandawalker@gmail.com.

“Slow but Sure”

(Halaman ini sengaja di kosongkan)